ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

"SISTEMA DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO EN EQUIPOS CRÍTICOS QUE INTERVIENE EL PERSONAL PROPIO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA."

Alex Giovanny Tenicota García

Proyecto de investigación, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de Magister en "Gestión de Mantenimiento Industrial".

RIOBAMBA - ECUADOR

Diciembre - 2015

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICADO

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Proyecto de Investigación, titulado "SISTEMA DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO EN EQUIPOS CRÍTICOS QUE INTERVIENE EL PERSONAL PROPIO DEL HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA", de responsabilidad del Ing. Alex Giovanny Tenicota García, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

TRIBUNAL

_____	_____
(NOMBRE) **PRESIDENTE**	FIRMA
_____	_____
(NOMBRE) **DIRECTOR DE TESIS**	FIRMA
_____	_____
(NOMBRE) **MIEMBRO**	FIRMA
_____	_____
(NOMBRE) **MIEMBRO**	FIRMA
_____	_____
(NOMBRE) **COORDINADOR SISBIB ESPOCH**	FIRMA

Riobamba, Diciembre de 2015

DERECHOS INTELECTUALES

Yo Alex Giovanny Tenicota García, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente Proyecto de Investigación, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Alex Giovanny Tenicota García

CI. 1804210209

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que me ha demostrado misericordia por ello trataré de cumplir sus preceptos y actuaré de justa manera. Con todo cariño a mis padres Luis y Nancy, a Betty Alicia, mi hermano Christian, familiares y amigos cercanos.

El más sincero agradecimiento al Instituto de Postgrado y Educación Continua de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH y al Hospital Provincial General Docente Riobamba (*HPGDR*). Principalmente a los profesores de la IPEC y el personal del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR* que brindaron su colaboración con la información y disposición incondicional.

A los amigos/as, compañeros/as, que de una u otra manera aportaron para la realización de la presente tesis. Finalmente un agradecimiento de manera especial por el gran aporte al tutor de tesis Julio Pérez G., y los miembros de tribunal; Marco Haro M. y Jorge Freire M.

Para todos ustedes gracias de corazón.

Atentamente. Alex Tenicota García

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO III

CAPÍTULO IV

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIACIONES

ACR	Análisis de causa raíz.
AMEF	Análisis de modos y efectos de falla.
CMMS	Sistema de administración de mantenimiento computarizado.
CPM	Método de ruta crítica.
EBM	Mantenimiento basado en el examen.
EN	Norma europea.
ERP	Sistema de planificación de recursos empresariales.
FBM	Mantenimiento basado en la falla.
IBM	Mantenimiento basado en la inspección.
ISO	Organización internacional de estandarización.
KPIs	Indicadores claves del desempeño.
LBM	Mantenimiento basado en la vida del sistema.
MTBF	Tiempo medio entre fallas.
MTTF	Tiempo promedio para la falla.
MTTR	Tiempo medio para reparación.
NCO	Cantidad de no conformidades objetadas.
OBM	Mantenimiento basado en la oportunidad.
OT	Orden de trabajo.
PERT	Programa de evaluación y revisión técnica.
PHVA	Planear; hacer; verificar y; actuar.
PyMES	Pequeñas y medianas empresas.
RCM	Mantenimiento centrado en la confiabilidad.
SAE	Sociedad de ingenieros automotrices.
SGM pro	Sistema de gestión de mantenimiento prototipo.
TNC	Total de no conformidades.
TPM	Mantenimiento productivo total.
TTF	Tiempo hasta el fallo.
TTM	Tiempo para el mantenimiento.
XHTML	Lenguaje de marcado de hipertexto extensible.
$\lambda_{(t)}$	Tasa de fallos.

LISTA DE ANEXOS

RESUMEN

El objetivo fue desarrollar un sistema de gestión para Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP) en equipos críticos que interviene el personal propio del Hospital Provincial General Docente Riobamba (HPGDR). Se destacaron problemas dentro del hospital como la no existencia de un sistema de gestión, y el no cumplimiento de los tiempos de mantenimiento preventivo. Mediante metodologías de investigación de análisis documental, se determinó una base teórica y metodológica, con normativas, documentos técnicos especializados, estrategias de mantenimiento y planificación de recursos. El sistema de gestión estuvo conformado por el diagnóstico de situación actual, diseño, implementación, y control de resultados del proceso de MPP. Se resaltaron como caminos de gestión al plan de mantenimiento, plan de capacitación y plan de mejora. El resultado más bajo del diagnóstico fue en la auditoría interna de mantenimiento con 49,94% de efectividad, que definió la aplicación del plan de mantenimiento basado en el análisis de fallas. Se estimaron indicadores importantes para la gestión hospitalaria según la Organización Mundial de la Salud como el 92% de eficacia del personal, y el 7,4% de productividad del mantenimiento preventivo en Neonatología del HPGDR. Se desarrolló el sistema de gestión que racionaliza los recursos y disminuye el tiempo de intervención en las actividades preventivas.

Palabras claves: <MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO [MPP]>, <SISTEMA DE GESTIÓN>, <EQUIPOS CRÍTICOS>, <HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA [HPGDR]>, <MEDICIÓN DE RESULTADOS>, <RACIONALIZACIÓN DE RECURSOS>.

ABSTRACT

This research aims to develop a management system for Planning Preventive Maintenance (PPM) in critical equipment which is maintained by staff of General Hospital of Riobamba (HPGDR). The lack of a management system and fulfillment of deadline of preventive maintenance in the hospital were founded. A theoretical and methodological base with norms, specialized technical documents, maintenance strategies, resources planning were determined through research methodologies. Management system had current diagnosis, design, implementation, and control of results of PPM. Management alternatives like maintenance, training, and improvement plan were considered. The lowest diagnosis result was the internal audit of maintenance with 49.94% of effectiveness, it defined the application of maintenance plan based on failures analysis. Important indicator were given to hospital management according to World Health Organization such as 92% of staff effectiveness, and 7,4% of productivity of preventive maintenance in Neonatology of HPGDR. It was concluded that management system rationalizes resources and measures preventive activities in critical equipment.

Key words: <PLANNING PREVENTIVE MAINTENANCE [PPM]>, <MANAGEMENT SYSTEM>, <CRITICAL EQUIPMENT>, <GENERAL HOSPITAL OF RIOBAMBA [HPGDR]>, <MEASUREMENT OF RESULTS>, <RATIONALIZATION OF RESOURSES>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.

La industria tiene la necesidad de poseer equipos e instalaciones para el proceso productivo o servicio de calidad, y la mayoría mantiene el principio de funcionamiento y son de gran importancia o criticidad. Automatizaciones, nuevos materiales y sofisticados sistemas de control, complican la conservación de equipos, y en presencia de factores ambientales y humanos aparecen pérdidas productivas y accidentes.

Bajo la necesidad de evitar grandes pérdidas económicas, accidentes con lesiones o víctimas fatales, por paralizaciones imprevistas en equipos considerados como críticos, eso motiva a la participación del mantenimiento en todos los ámbitos industriales. "La eficiencia del mantenimiento organizado solventa problemas originados en el desperdicio y derroche de recursos, y la eficacia del mantenimiento enfoca a cumplir los procedimientos adecuados que producen resultados deseados". (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p. 2).

Para asegurar resultados positivos el mantenimiento ha tenido que mejorar constantemente y fundamentarse en temas de planificación, direccionando sus conceptos a la mejora continua y ciclo de la calidad. El mantenimiento preventivo planificado es la alternativa que más se considera para evitar las perdidas por falla imprevistas. La planificación puede basarse en el cambio cíclico de repuestos y programación de intervenciones preventivas con inspecciones. (Moubray J. 1997, p. 133), (Sexto L. 2013, p. 7).

Se han estructurado con el paso de los años muchas estrategias compuestas por distintas herramientas y metodologías de forma secuencial, las cuales se consideran por definición como Sistema de Gestión. "Las metodologías y herramientas del sistema de gestión podrán desarrollar un adecuado mantenimiento preventivo planificado, con

políticas ideales, racionalizar los recursos a utilizar, controlar y medir resultados" (Céspedes Ruiz A., 1981, p. 25).

Un sistema de gestión, cumplen con objetivos y metas trazadas, los ejemplos más comunes tenemos al Mantenimiento Productivo Total (*TPM*) y Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (*RCM*) o (*MCC*). En la Industria del Cuidado de la Salud, la Ingeniería Biomédica aplican estrategias o sistemas propuestos por organismos de gestión como: la Organización Mundial de la Salud *OMS,* Emergency Care Research Institute *ECRI*, y Association for the Advancement of Medical Instrumentation *AAMI*. En nuestro país se destaca al Ministerio de Salud Pública *MSP*.

Las entidades más representativas de la atención sanitaria, son los hospitales, que pueden ser privados y públicos en donde la Agencia de Regulación y Control Sanitario *ARCSA* resalta calidad de servicio. Los Hospitales Generales públicos son de similares características organizativas y de función ya que más de 44 están siguiendo el proceso de Acreditación Canadá Internacional *ACI*, de la International Society for Quality in Healthcare ISQUA. (Rojas M. 2015, mayo 31), (Diario los Andes, 2015, junio 04).

El hospital más representativo de la zona 3, que está inmerso en el proceso de acreditación *ACI*, es el Hospital Provincial General Docente Riobamba *(HPGDR),* por tener mayor cobertura. El *HPGDR* es una institución de servicio que dispone de equipos e instalaciones que funcionan de manera casi continua, con la intervención de su Departamento de Mantenimiento, que establece un servicio continuo a las áreas de servicio, mediante labores correctivas o preventivas con personal propio o contratado.

El cumplimiento del programa de mantenimiento hospitalario, está compuesto por la clasificación de equipos e instalaciones, documentación de actividades, inventarios de recursos, cronograma de actividades, reporte y registro de realización. La institución hospitalaria en estudio posee un inventario, descripción y clasificación de equipos, programación de actividades, información del personal y recursos documentados. (Castillón L. 2007, p. 41), (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G., 2008, p. 242).

El departamento posee un programa de mantenimiento que describe metodologías para clasificar equipos, priorizar actividades, y resumir la información. Sin embargo dentro

del departamento en estudio no se resalta la existencia de un sistema de gestión de mantenimiento que garantice el cumplimiento de objetivos deseados. Lo mencionado se manifiesta con la falta de clasificación de equipos por jerarquía, desconocimiento del desempeño del personal, no implementación de software para mantenimiento y no cumplimiento de los tiempos estipulados en actividades de mantenimiento preventivo.

Finalmente se define como relevante, el estudio a fondo de las posibles alternativas que sirvan como camino viable para la gestión hospitalaria para racionalizar recursos, aumentar la productividad, disminuir costos, controlar y medir los resultados.

1.1 Problema de investigación

1.1.1. *Planteamiento del problema.*

Se debe destacar que el personal del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR* es partícipe del proceso de acreditación *ACI*, y para ello debe cumplir con una planificación de mantenimiento, acorde con las Prácticas Organizacionales Requeridas *POR*. Sin embargo se notaron algunos acontecimientos que reducen las oportunidades para cumplir con los objetivos planteados por la organización. Se cita a continuación algunos problemas, los cuales fueron identificados a finales del 2014 a través de entrevista, llamadas y conversaciones con varias personas que destacan lo siguiente:

a) No se conoce el desempeño de la planificación de mantenimiento y el personal Técnico. Dentro del Departamento de Mantenimiento se ha detectado como causa evidente al bajo nivel de capacitación y competencia del personal que interviene en actividades preventivas y correctivas.

b) El plan de mantenimiento de la organización no contempla de forma integrada la jerarquía de los equipos y actividades. Lo dicho hace que no se tome en cuenta para la planificación la incidencia de los recursos, notando pérdidas y retrasos en la ejecución de tareas, y la información de medición y control de los tiempos de

duración de las actividades preventivas es incompleta. Se menciona como causa principal a la una mala planificación de recursos.

c) No utilización de herramientas para la gestión de información del mantenimiento. La implementación del software de gestión de mantenimiento SGM pro, no ha sido posible por la falta de consultoría por parte de los proveedores de dicha herramienta. Algunos Líderes responsables de las herramientas ya no laboran en la institución, lo que ocasiona un manejo inadecuado de la información y cambios en las acciones de gestión que retrasan el proceso. Se menciona como causa principal a la baja aplicación y conocimiento en herramientas, y metodologías de gestión del mantenimiento hospitalario.

1.1.2. Formulación del problema

Lo mencionado anteriormente se dedujo mediante entrevistas al personal técnico y coordinación del departamento de mantenimiento, sobre algunas particularidades en el proceso del mantenimiento preventivo planificado, resumidas en las siguientes interrogantes:

¿Se conoce el desempeño del proceso de planificación del mantenimiento y el personal técnico especializado?

Dentro del departamento no se ha realizado ningún estudio al desempeño al proceso de planificación del mantenimiento, lo mismo se manifiesta con el personal técnico.

¿Cuál ha sido el criterio para la clasificación de los equipos?

La clasificación de los equipos se la desarrolla en función del Área de servicio hospitalario, y se establecen criterios de importancia por prioridad de servicio para ordenar equipos en inventario.

¿Cómo se ha priorizado las actividades del mantenimiento preventivo?

De acuerdo a criterios de importancia de área de servicio, necesidades del momento y criterios especializados de técnicos, coordinadores, proveedores y fabricantes que sugieren actividades de mantenimiento.

¿Se ha informatizado o sistematizado la información de cada actividad de mantenimiento preventivo, recursos utilizados y equipos e instalaciones a mantener?

En el programa de mantenimiento preventivo anual compuesto por varios documentos como los cronogramas y las bitácoras, se ha informatizado en tablas dinámicas de Excel e hipervínculos. Los documentos generados, se los almacenan en las computadoras, por especialidad de mantenimiento, pero no se ha sistematizado en un sistema para que el personal del proceso *MPP* lo evidencie resumidamente.

¿Se ha programado la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo?

Si se ha programado las actividades de manera general por áreas de servicio, para cada mes del año, encomendando responsabilidades a cada especialidad del Departamento de Mantenimiento. Pero no se conoce sobre la aplicación de algún tipo de metodología que determine la secuencia y prioridad en las actividades de mantenimiento en los equipos críticos.

¿Se ha medido los retrasos en las actividades de mantenimiento preventivo?

Se realiza un control de los recursos y el cumplimiento del número de las actividades programadas con el presupuesto designado. Pero muchas veces no se registran ni se miden los tiempos de mantenimiento preventivo ni correctivo. Dentro del Departamento de Mantenimiento de la organización en estudio, no se ha realizado ningún tipo de estudio que represente los factores o causas a los retrasos en las intervenciones planificadas.

1.1.3. Sistematización del problema

En función de las problemáticas antes señaladas, se pueden formular como problema general de investigación, la no existencia de un sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos dentro del departamento en estudio. Sin embargo se cree conveniente definir qué clase de particularidades debe poseer la mencionada estrategia para con el contexto hospitalario.

1.1.4. Justificación de la investigación.

Se justifica la existencia del sistema de gestión para mantenimiento porque disminuye el tiempo de ejecución de actividades preventivas, con la racionalización del manejo de recursos. Aumenta la disponibilidad y funcionalidad de las áreas, ya que la gestión de mantenimiento, da a conocer los procesos de servicio hospitalario con las diferentes causas que ocasionen pérdidas. Direcciona las mejores acciones para evitar las pérdidas por fallas imprevistas.

Expertos en la calidad como Joseph Juran, Deming W. Edwards, Walter A. Shewhart entre otros, afirman la importancia del desarrollo de las actividades planificadas mediante el ciclo de calidad. Por tal virtud el sistema de gestión tiene la ventaja de estructurar una planificación del mantenimiento preventivo de forma ideal, considerando políticas adecuadas. El sistema en estudio sirve de guía metódica al cual se abre las puertas tanto para aplicarlo, como también se realicen investigaciones complementarias.

El sistema de gestión basado en el ciclo de la calidad, reúne metodologías y herramientas de gestión con gran aplicabilidad en el ámbito hospitalario, con buenos resultados principalmente en equipos críticos. El sistema de gestión puede servir de gran ayuda estratégica para el cumplimiento de las *POR,* que mencionan al programa de

mantenimiento preventivo como meta cuatro (4) según; (Accreditation Canada International, 2014, p. 8).

La implementación de un sistema de gestión para mantenimiento, cumple con metas u objetivos organizacionales, con el aumento del prestigio institucional, y ser modelo para los demás Hospitales Generales de características similares dentro y fuera del país.

1.1.5. Objetivos.

1.1.5.1. Objetivo general.

Desarrollar un sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos que interviene el personal propio del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

1.1.5.2. Objetivos específicos.

- Realizar un estudio bibliográfico de los fundamentos teóricos y metodológicos usados en el mantenimiento, y la caracterización del contexto hospitalario en estudio.

- Diseñar la base metodológica que estructura el sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos bajo la responsabilidad del Departamento de Mantenimiento hospitalario.

- Aplicar el sistema de gestión para Mantenimiento Preventivo Planificado MPP en equipos críticos de determinada área de servicio del Hospital Provincial General Docente Riobamba HPGDR, y presentar los resultados alcanzados de la aplicación.

1.1.6. Hipótesis.

El desarrollo del sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos que interviene el personal propio del Hospital Provincial General Docente Riobamba, racionalizar los recursos y disminuye la duración estimada de las actividades preventivas.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se definen los fundamentos teóricos y metodológicos del objeto de investigación mantenimiento preventivo planificado dentro del contexto hospitalario. Se toma en cuenta la caracterización de un hospital representativo de segundo nivel en Ecuador, de manera que se resalta lo siguientes temas de estudio:

- El mantenimiento: conceptos y tipos.
- La gestión del mantenimiento.
- La caracterización del Hospital Provincial General Docente Riobamba (*HPGDR*) con su Departamento de Mantenimiento como problema de investigación.
- El reporte de estudios relacionados con el campo de investigación.

2.1. El mantenimiento: conceptos y tipos.

El propósito de definir al mantenimiento es establecer un punto de partida en la conceptualización de términos y tipología enfocado al contexto hospitalario, mediante el análisis documental.

2.1.1. Concepto de mantenimiento

No se precisa una conceptualización de primera mano, pero se menciona como combinación de acciones (conjunto de técnicas y metodologías) que conllevan al correcto estado funcional de los equipos e instalaciones, durante toda su vida útil.

(Dhillon, B.S. 2002, p. 3), (EN 13306:2002, p. 14). ”Se menciona el enfoque Kantiano que engloba al mantenimiento de forma sistémica, dado que define a cualquier sistema compuesto por tres elementos: personas, máquinas y entorno”, (Mora, 2005, p. 243).

Entonces el autor considera que mantenimiento es la conservación durante el ciclo de vida del buen desempeño y funcionamiento de los equipos o instalaciones, mediante la utilización sistemática de estrategias; técnicas y administrativas efectivas. En el contexto hospitalario la conceptualización del mantenimiento es similar pero no mencionan al mantenimiento como estrategia. (Castillón L. 2007, p.19), (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G.2008, p. 232).

2.1.2. Tipos de mantenimiento

(Gómez de León F. 1998, pp. 25-29), (Sánchez Marín F. Pérez Gonzáles A. Sancho Brú J. & Rodríguez Cervantes P. 2006, pp. 10-14) y (Nieto Vilardell, 2013, p. 141), coinciden que mantenimiento se subdivide en: Correctivo, Preventivo, Predictivo, Productivo Total y Mantenimiento de Mejora. (Sosa Vásquez T. 2014, p. 23) clasifica en: Mantenimiento Técnico, Mantenimiento de Actualización y Mantenimiento Operativo pero se menciona como principio básico al mantenimiento Correctivo y Preventivo. Ver figura 1-2:

Figura 1-2. Tipos de mantenimiento según norma
Fuente. EN 13306:2002, p. 32

Por otro lado en las organizaciones de salud, según algunos documentos técnicos actualizados de la Organización Mundial de la Salud, utilizan una clasificación descrita en la figura 2-2:

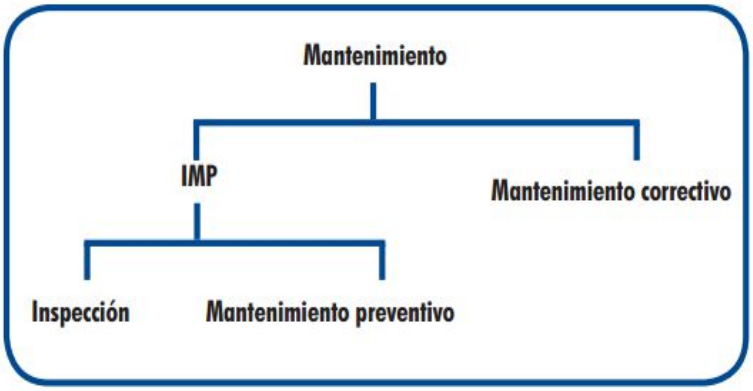


Figura 2-2. Componentes del programa de mantenimiento hospitalario.
Fuente. . *OMS*, 2012, p. 10.

No se considera la ejecución de actividades de monitoreo y predictivos en el contexto en estudio, aunque es muy importante el conocimiento de actividades de inspección con instrumentos que detecten fallas prematuras y midan variables de proceso. Se considera la clasificación de mantenimiento Correctivo y Preventivo a continuación:

- Mantenimiento Correctivo. Es la acción que se le da a un equipo después de ocurrido la falla según (Sánchez Marín F. Pérez Gonzáles A. Sancho Brú J. & Rodríguez Cervantes P. 2006), (Dhillon, B.S. 2002, p. 22). Los estándares de la Society of Automotive Engineers *SAE* conceptualizan como falla, al estado en el cual un equipo o instalación no es capaz de ejecutar una función específica al nivel de desempeño deseado. El Autor considera como acción emergente o planificada que actúa sobre un equipo paralizado o con funcionamiento defectuoso por la ocurrencia de una falla.

- Mantenimiento Preventivo. Se conoce como actividad programada en donde se interviene en la máquina periódicamente, aun cuando esté operando satisfactoriamente. Se efectúan inspecciones o reemplazos de componentes del equipo sin fallas, (Sánchez Marín F. Pérez Gonzáles A. Sancho Brú J. & Rodríguez Cervantes P. 2006, p. 7), (Dhillon, B.S. 2002, p. 3), (Sexto L. 2013, p. 9). Se considera como "conjunto de actividades planificadas a los equipos en función, minimizando el riesgo y asegurando el

correcto funcionamiento durante un lapso", (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G.2008, p. 229), (Castillón L. 2007, p. 23).

2.2. Gestión del mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento es técnico y administrativo, entonces necesita de la gestión de recursos para asegurar un buen desempeño. La gestión de mantenimiento es la administración de los activos, racionalizados y adecuadamente suministrados con fines de obtener una máxima eficiencia y alto nivel productivo, gracias al proceso del ciclo de la calidad y mejoramiento continuo

Se considera que para la gestión del mantenimiento dentro de una organización, se requiere de una secuencia lógica de uno varios algoritmos de calidad. Por la razón que en mantenimiento se toma en cuenta: equipos a mantener, actividades, información, materiales, personal técnico y administrativo.

El ciclo de la calidad PHVA (planear; hacer; verificar y; actuar), sirve como premisa de la mejora continua en la gestión de mantenimiento, a través de un sistema conformado por métodos y herramientas, (Sexto L. 2013, p. 7). La tabla 1-2 muestra los algoritmos del ciclo de mejora más utilizados:

Tabla 1-2. Algoritmos de ciclo de mejora continua.

Ciclo PHVA	Ruta de la Calidad	Ford Global 8d´s	Chrysler 7-Step	La Hoja de los 6 Pasos	SEIS SIGMA D-Md-A-M-C
PLANEAR	Definir el Proyecto	Prepararse para el proceso de Global 8d's Establecer el equipo Definir el problema	Definir el problema	Definir el problema	Definir el problema
	Conocer la situación actual y describir el problema	Desarrollar acciones de Contención Interinas (ICAs)	Acciones Internas y de Contención	Acción correctiva inmediata	Medir
	Analizar las causas	Definir y verificar la causa raíz y punto de escape	Analizar causa raíz	Análisis de causa raíz y plan de acción	Analizar
	Establecer contramedidas	Elegir y verificar las Acciones Correctivas Permanentes			
HACER	Ejecutar contramedidas	Implementar y validar las acciones correctivas permanentes	Establecer Acciones Permanentes	Acción correctiva definitiva y plan de acción	Mejorar
VERIFICAR	Verificar resultados		Verificación	Validación	
ACTUAR	Estandarizar	Prevenir la repetición	Control	Estandarización	Controlar
	Definir nuevo proyecto y reflexión	Reconocer al equipo y sus contribuciones	Prevención		

Fuente. Sexto L. 2013, p. 7.

El sistema de gestión hará que el Departamento de Mantenimiento funcione de manera planificada. Para aplicara un sistema de gestión de mantenimiento en muchos casos y según el contexto, no se necesita de inversiones grandes o tener una amplia base de datos. Controlar la calidad de lo que se haga en cada una de las funciones del Departamento de Mantenimiento, hará que se aseguren resultados positivos.

2.2.2. Estrategias del mantenimiento

Son consideradas como conjunto de acciones planificadas anticipadamente, cuyo objetivo es alinear los recursos y potencialidades para el logro de metas que pueden ser medibles en indicadores de desempeño. Dependiendo de los tipos de tareas, actividades o intervenciones dentro del programa de mantenimiento pudo distinguir cuatro diferentes estrategias, (Sánchez Marín F. Pérez Gonzáles A. Sancho Brú J. & Rodríguez Cervantes P. 2007, p. 18):

- Estrategias Básicas: trata del mantenimiento correctivo ante el fallo ocurrido.

- Estrategias moderadamente intensivas: involucran al mantenimiento correctivo y preventivo, pero con un programa de actividades modesto con información poco sistematizada.

- Estrategias intensivas: a las máquinas no críticas se asigna en gran número el mantenimiento correctivo con preventivo en menor cantidad, las máquinas esenciales o de criticidad media suelen aplicarse mantenimiento preventivo en gran escala, y a las de alta criticidad un monitoreo de condición o mantenimiento predictivo.

- Estrategias Integrales: buscan el mejoramiento continuo, y la más difundida el Mantenimiento Productivo Total *(TPM)*, como enfoque empresarial de grandes alcances. Por otro lado el Mantenimiento Centrado en la confiabilidad *(RCM)* trabaja en el ámbito de la confiabilidad, y sus resultados tienen un enfoque en la mejora de la planificación del mantenimiento.

El autor considera que la estrategia de mantenimiento es la reunión de herramientas y metodologías de la gestión destinadas a cumplir con metas establecidas por la organización, con alternativas sustentables.

En el contexto hospitalario de segundo nivel se han encontrado estrategias moderadamente intensivas, por ello el Autor recomienda enfocarse a un nivel estratégico de mejores alcances. Una estrategia de mantenimiento que reúna prácticas intensivas e integrales, es una estrategia que se ajusta al desarrollo continuo, y establece el alcance de metas para la organización.

Según (Sánchez Marín F. Pérez Gonzáles A. Sancho Brú J. & Rodríguez Cervantes P. 2007, p. 8), (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, pp. 3-5) y (Sexto L. 2013, p. 5), coinciden que la estrategia define a las políticas de mantenimiento con actividades adecuadas para las intervenciones. Las políticas comunes de mantenimiento, son las que toma en cuenta el *TTF* (Time to Failure, tiempo hasta la falla), y el instante de ejecución, *TTM* (Time to Maintenance, tiempo para el mantenimiento), (Jezdimir knezevic, 1996, p. 33), mencionando las siguientes:

- Política de mantenimiento basada en la producción del fallo: (Failure-based Maintenance, *FBM*). Las tareas de mantenimiento correctivo se inician tras la producción del fallo o anomalías en la función o las prestaciones.

- Política de mantenimiento basada en la vida del sistema: (Life-based Maintenance, *LBM*). Las tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos predeterminados durante la vida operativa del sistema.

- Política de mantenimiento basada en la inspección: (Inspection- based Maintenance, *IBM*). Las tareas de mantenimiento condicional en forma de inspecciones a intervalos fijos del tiempo de operación, hasta que se requiere la realización de una tarea de mantenimiento preventivo.

- Política de mantenimiento basada en el examen: (Examination- based Maintenance, *EBM*). Las tareas de mantenimiento condicional en forma de exámenes, según la

condición observada en el elemento o sistema, hasta que se necesita la ejecución de una tarea de mantenimiento preventivo.

- Política de mantenimiento basada en la oportunidad: (Opportunity-based Maintenance, *OBM*). El mantenimiento correctivo sobre el elemento averiado, así como tareas de mantenimiento preventivo en los elementos restantes del grupo de elementos designado.

Dentro de cada política de mantenimiento, excepto la *FBM*, la programación de las tareas de mantenimiento condicional y preventivo se determina mediante una estrategia específica, determinada por el usuario, (Jezdimir knezevic, 1996, p. 33).

El autor cree conveniente definir las políticas según el nivel de importancia que tenga el activo a mantener dentro del contexto hospitalario. *FBM* para equipos de baja importancia y baja disponibilidad de recursos con pérdidas moderadas. *OBM* en equipos que su paralización cause pérdidas bajas o con responsabilidad de otra organización con suficiencia de recursos. *LBM* para equipos que causen pérdidas moderadas y la disponibilidad de recursos es alta. *IBM* y *EBM* en equipos críticos que cusen causen grandes pérdidas por falla.

2.2.3. Planificación del mantenimiento preventivo.

Es un conjunto estructurado de tareas o intervenciones que comprenden, procedimientos, recursos y duración necesaria para ejecutar el mantenimiento, (Jezdimir knezevic, 1996, p. 13). (Sánchez Marín F. Pérez Gonzáles A. Sancho Brú J. & Rodríguez Cervantes P. 2007, p. 19), La principal ventaja de realizar el mantenimiento preventivo de forma planificada, es conocer de antemano los recursos humanos y materiales que serán necesarios en cada instante.

Planificar el mantenimiento preventivo hospitalario se refiere a todas las actividades programadas con el manejo adecuado de los recursos, estableciendo el funcionamiento

correcto de equipos biomédicos e instalaciones, (Castillón L. 2007, p. 27), (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 231).

Es importante considerar el buen manejo de los recursos y hacer de las intervenciones preventivas planificadas, una herramienta que el personal participe de forma activa cumpliendo metas planteadas.

2.2.3.1. Tipos de planes de mantenimiento preventivo.

Varios Autores como; (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 231), (Sexto L. 2013, p. 7), mencionan que el plan de mantenimiento es parte vital de la gestión del Departamento de Mantenimiento, y puede clasificarse según varios puntos de vista:

- Plan de mantenimiento Inicial; el cual es basado en instrucciones generales y se logra con la participación del personal con experiencia, disposiciones legales y recomendaciones de los fabricantes.

- Plan de mantenimiento basado en análisis de falla; permite proponer mejoras que eviten los fallos y gestionar de mejor manera los recursos. Se diseña este tipo de plan para evitar fallas, considerando así un buen plan de mantenimiento.

El autor recomienda estructurar un plan de mantenimiento basado en el análisis de falla, que prioriza las intervenciones adecuadamente, de acuerdo a los análisis anteriores. Cabe recalcar que la participación del personal de manera activa con su experiencia, y el manejo adecuado de las recomendaciones de los fabricantes, son vitales en el proceso de planificación hospitalaria.

2.2.3.2. Requerimientos para la planificación del mantenimiento preventivo.

Muchos autores de diferentes ramas industriales y expertos del contexto hospitalario mencionan como requisitos para la planificación del mantenimiento preventivo a los siguientes:

- Inventario. Es un registro o listado que da a conocer a los recursos, equipos e instalaciones, de manera que se pueda generar información accesible y comprensible para todos los integrantes de la organización. Se recolecta documentación actualizada, y las principales normativas de nomenclaturas para dispositivos médicos son la Universal Medical Device Nomenclature System *UMNDS* de la *ECRI* y la Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos *GMDN*.

- Clasificación de equipos o instalaciones. Es la selección y ordenamiento de equipos, principalmente por la significación funcional y repercusión económica. Autores como (Gómez de león F. 1998, p. 32), (Moubray 2001, p. 27), y (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p. 156), coinciden en realizar un análisis funcional y contexto, de manera que se pueda clasificar según su importancia.

- Asignación y priorización de recursos. En la asignación de recursos se tienen que responder a una planificación oportuna de los recursos materiales (repuestos, elementos, combustible, etc.), recursos humanos, tiempo y costos. Se establece la descripción de lo que se va a utilizar y como se lo va a usar, de forma documentada. (Souris J. 1992, p. 41), (Castillón L. 2007, p. 41), (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, pp. 2-5) y (Sexto L. 2013, p. 8).

- Sistematización de la información. Se define como proceso de ordenamiento de una serie de elementos, pasos, etapas, etc. con el fin de otorgar jerarquías a los diferentes elementos dentro de sistemas computacionales. La información que se gestiona en mantenimiento son; equipo, actividades, recursos, personal responsable, documentos generados en la ejecución, reportes y costos, (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, pp. 271-273).

- Programación de actividades. Se establecen intervalos de inspección y mantenimiento preventivo en función del equipo, experiencia y recomendaciones del fabricante. Se evidencian las actividades en calendarios o cronogramas de forma ordenada y controlada. Se considera el fondo del tiempo, el cual debe ser similar o mayor a la carga del mismo. Se determinan las horas de trabajo al día, el número de horas de trabajo al mes y el número de meses que labora el Técnico. Un 60% de fondo de tiempo anual para preventivos.

- Medición y control de actividades. Se debe estimar la duración de la tarea de mantenimiento como referencia. Para ello se usa la teoría de probabilidades como base para la descripción cuantitativa citando a la variable aleatoria *DMT* (Duration of Maintenance Task), y su distribución de probabilidad. Se usa el Tiempo DMT_p, con mayor aplicabilidad (Jezdimir Knezevic, 1996, p. 52). Se utilizan los siguientes modelos matemáticos.

Ecuación: 1

$$DMT_P = t \rightarrow para\ el\ que\ M_{(t)} = P(DMT \leq t) = \int_0^t m(t)dt = P$$

En donde $M_{(t)}$ es la función de la Mantenibilidad, lo cual M(t)=P (probabilidad que la tarea de mantenimiento finalice en el tiempo t, o antes). Por experiencia muchos Analistas han utilizado un DMT_{90} que representa la duración del tiempo de recuperación, para que el 90 por ciento de los ensayos de mantenimiento hayan finalizado. La distribución de Weibull es un modelo preferido para ajustar datos.

Ecuación: 2

$$t = A_m\left[-ln\left(1 - M_{(t)}\right)^{\frac{1}{B_m}}\right]$$

Todos los autores y experto en estadística para ingeniería, coinciden que el parámetro α o A_m: representa un valor umbral o tiempo de garantía. Por ello se lo menciona como tiempo promedio estimado de mantenimiento preventivo para el sistema de gestión propuesto. β o B_m es un parámetro de perfil o de forma que tiene diferentes valores a elegir según la frecuencia de problemas que se evidencien. (Jezdimir Knezevic, 1996, p. 53).

2.2.4. Métodos y herramientas para la gestión del mantenimiento

Algunos métodos y herramientas para gestión de mantenimiento, son de inversión relativamente baja, y su implementación agrega el mayor beneficio global a la organización para el manejo correcto de los recursos. Es oportuno clasificar en grupos a ciertos métodos que por su gran aceptación y aplicabilidad, son recomendados para el uso dentro de la gestión del mantenimiento de modo que sea considerado como ventaja competitiva.

2.2.4.1. Métodos para el diagnóstico de las prácticas y situación actual.

Los métodos para el diagnóstico de prácticas y situación actual en la gestión del mantenimiento, son un punto de partida para aplicar cualquier tipo de estrategia. Varios autores reconocidos en la gestión del mantenimiento, resaltan a la auditoría y evaluación del personal como los más comunes para la entrega de resultados a corto plazo.

- Evaluación del potencial del personal.

Según ideales de Frederick W. Taylor y varios autores aseguran que el proceso de evaluación es de gran trascendencia, ya que busca el desarrollo del personal para cumplir metas en común. No debe representar ninguna fuente de malestar. Para la evaluación del desempeño o potencial del personal, debe utilizarse un método formal y predeterminado, que reúna ciertas características de fiabilidad.

Se considera el estudio comparativo entre metodologías para evaluar el desempeño en función del puesto, según (Roig Ivañez, 1996, pp. 71-80) en la tabla 2-2.

Tabla 2-2. Revisión característica de los métodos de evaluación del personal.

CRITERIOS DE SELECIÓN	Sistemas de jerarquización u ordenación	Sistemas de grados o escalas de valoración	Sistemas de listas de comprobación	Valoración correlativa
CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS	Ordenamiento a través de una lista única por categorías	Valoran el mérito de forma individual, es objetiva y analítica	Trata del desarrollo de listas de forma específica y detallada	La valoración es más detallada y flexible
RESTRICCIÓN	Se necesita tener una base de datos y patrones jerárquicos de referencia preestablecidos, mayor número de evaluados lo hacen menos fiable.	Se requiere de personal con experiencia para efectuar la valoración y ponderación según criterios especializados.	Se requiere la colaboración de personal con experiencia y efectuar los listados de una manera sincrónica y específica.	Es necesario contar con una base muy amplia de datos, sean valores del pasado, presente y las posibilidades futuras
APLICABILIDAD	Recomendable para ordenar empleados por desempeño.	Confrontación de la conducta laboral del empleado con cada uno de los factores básicos	Detección de conductas erróneas, malos hábitos y comportamiento básico.	En organizaciones con modelos de gestión integral y monitoreo estadístico
COMPLEJIDAD	Son relativamente fáciles de manejar ya que solo se ordena de mayor a menor	No es complicada aunque su estudio es minucioso y requiere establecer escalas	Complejo. Se requiere de un estudio más completo de la situación a investigar, mayores especificación	Es muy complicado porque requiere de mayor información
MÈTODOS	Jerarquización, comparación y distribución forzada.	Escalas lineales, y escalas de grados múltiples.	Lista de comprobación ponderada, comprobación por preferencia, incidentes críticos.	Técnica del appraisal

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Las técnicas y métodos de evaluación del personal reúnen factores básicos en la estructura de los cuestionarios o test de evaluación, los cuales separan algunas características del comportamiento y desempeño. Se afirma que no es posible recomendar ningún método de forma general, pero se puede elegir el más corto con la finalidad de evaluar al personal y obtener resultados inmediatos.

Las técnicas y métodos de evaluación del personal reúnen factores básicos en la estructura de los cuestionarios o test de evaluación, los cuales destacan algunas características del comportamiento y desempeño. (Roig Ibañez J. 1996 pp. 71-80), (Dessler Gary, 2001, p 85.), (Alles A. 2006, p. 43) entre otros. La normalización para evaluar al personal más reconocida es la ISO 10667:2013, ideal para ser usada guía de buenas prácticas o procedimientos.

Para la valoración de resultados por el alto grado de objetividad, simple y popular, se recomienda la aplicación del Sistema de Grados o Escalas de Valoración. Es importante el uso de Escala Gráfica de Estimaciones, (Roig Ibañez J. 1996 pp. 71-80), y los factores de competencia del personal según David MacClellad y Spencer & Spencer. Las cinco competencias del personal son: motivación, características, concepto propio, conocimiento y habilidad.

Se reúne algunos aspectos de evaluación, que podrían encontrar defectos en el comportamiento para intervenciones de mantenimiento, tales la disponibilidad del personal y los conocimientos técnicos y destrezas a los que responden, (Souris J. P. 1992, p.74). La técnica en mención puede servir de complemento para saber información de mayor objetividad, y el autor cree conveniente reunir criterios para encontrar razones lógicas en los retrasos de las actividades.

- Auditoría Interna del mantenimiento:

Es un proceso sistemático de evaluación documentado e independiente para obtener evidencias de la auditoría, evaluarlas de manera objetiva y determinar el grado en que se cumplen los criterios acordados. El proceso de auditoría de mantenimiento debe fundamentarse principalmente en normativas como las (ISO 19011:2012) y aportes de autores como (Sexto L. F. 2013, pp. 10-30).

El autor cree conveniente que para estructurar una auditoría de mantenimiento interno para el contexto hospitalario se debe considerar los diferentes aportes en auditoría del mantenimiento, con sus aspectos según recopilaciones bibliográficas, como se lo evidencia en la tabla 3-2.

Según el estudio comparativo de la tabla anterior se deduce como aplicable en el contexto hospitalario, al cuestionario de la Auditoría de la Efectividad del Mantenimiento propuesto por (Espinosa F. 2002, p. 8), (ver en ANEXO A). La técnica de evaluación de Escala por Factor o Lineales se considera como apropiada por ser la más básica de los Sistemas de Grados o Escalas de Valoración. Conviene considerar factores

del comportamiento dentro de un proceso a lo que el juicio de valor respecta. (Roig Ibáñez J. 1996, p. 399).

Tabla 3-2. Revisión característica de las técnicas de auditoría para mantenimiento.

METODOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS		
RENOVETEC (Propuesto por Santiago Garrido García)	*Aspectos de auditoría:* Organigrama de mantenimiento, Cualificación y rendimiento del personal de mantenimiento, El plan de mantenimiento, El mantenimiento correctivo y su gestión, Herramientas y medios técnicos, Gestión del repuesto, Procedimientos, La gestión de la información y Resultados		
	Aplicación: Departamentos con Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador *(GMAO)*, contratación de seguros de maquinarias y definición de contratistas	*Complejidad:* Cuenta con 122 puntos de preguntas, se necesita disponer de información técnica disponible para analizar.	*Técnica de evaluación*: Método de escala de grados por factor.
Maintenance World Class Survey (MWCS)	*Aspectos de auditoría:* Organización, clima laboral, Medios de soporte técnico para el mantenimiento, planes de mantenimiento, Relación entre el mantenimiento programado y correctivo, procedimiento para la ejecución del mantenimiento, órdenes de trabajo – herramientas informáticas, Manejo de repuestos para mantenimiento, Manejo de indicadores técnicos de mantenimiento		
	Aplicación: Se recomienda aplicar con una población grande de auditados	*Complejidad*: Muy fácil y corta ya que consiste en una matriz de 5*7 de elección	*Técnica de evaluación*: Método de escala por factor o lineales
Maintenance Effectiveness survey (MES), (Propuesto por Marshall Institute)	*Aspectos de auditoría:* Recursos gerenciales, Gerencia de la información, Equipo y técnicas del mantenimiento preventivo, Planificación, Ejecución, Soporte, Calidad y Motivación.		
	Aplicación: Para grandes industrias con aplicaciones informáticas *GMAO*	*Complejidad*: Estructurada por 60 preguntas, de extenso análisis	*Técnica de evaluación* : Modelo de lista de control por puntuación
Matriz Cualitativa de Excelencia de Mantenimiento (MCEM), (propuesta por ABS- reliability and Risk Group JBFA Training)	*Aspectos de auditoría:* Aptitud gerencial, Status de la organización de mantenimiento, costos totales de mantenimiento/costos totales de producción, Formas de resolver los problemas, Calificaciones y adiestramiento del personal de mantenimiento, Manejo de la información y proceso de toma de decisiones, Posición de la organización en relación al mantenimiento.		
	Aplicación: Para organizaciones medianas y grandes. Para evaluar aspectos exclusivos a la gestión de recursos.	*Complejidad*: Estructurado por 105 ítems, de ejecución ágil y corta.	*Técnica de evaluación*: Modelo de lista de control por puntuación
Auditoría para la efectividad del mantenimiento	Aspectos de Auditoría: Criticidad de las rutas de intervención, Manejo de la información sobre equipos, Estado del Mantenimiento Actual, Antecedentes del Costo de Mantenimiento, Efectividad del mantenimiento		
	Aplicación: En industrias medianas y pequeñas. Trata aspectos básicos	Complejidad: Es muy corta y menos compleja	Técnica de evaluación: Método de Escala por Factor o Lineales

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

De la metodología seleccionada habrá que ajustar los aspectos esenciales para la organización de mantenimiento hospitalario, y cumplir con criterios de participación, fiabilidad de la auditoría e indicadores del grado de confianza. Los resultados puede evidenciarse en diagramas de radar o lineales, y las medidas de metas y hallazgos producen las inconformidades.

2.2.4.2. Métodos para la clasificación y priorización de actividades y equipos.

Las metodologías más frecuentes para clasificar actividades, equipos o recursos, son las usadas para el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad *MCC* o *RCM*, edición dos según Moubray, 2001. Las etapas iniciales del *MCC* o *RCM* son: selección del equipo, definición de funciones, definición de estándares de funcionamientos, definición de los efectos de falla, evaluación de consecuencias, y determinación de criticidad. (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, pp. 3-6).

La metodología *MCC* o *RCM* puede ajustarse de buena manera al contexto hospitalario, y con ello puede reducir la tasa de fallos $\lambda_{(t)}$ en los equipos de mayor importancia y criticidad para el proceso. El *RCM* se encauza en la definición de efectos de falla, evaluación de consecuencias y determinación de la criticidad, mediante el Análisis de Modo y Efecto de Fallo *(AMEF)*, y el Análisis de Criticidad. Para obtener información resumida y adecuada se debe analizar contexto operacional.

- Análisis de criticidad.

Es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas o equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas. Es pertinente el direccionamiento del esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar, (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, pp. 3-6). Se utiliza para jerarquizar el nivel de importancia en la dirección de recursos (humanos, económicos y tecnológicos) y definir la política acertada.

Las metodologías existentes del análisis de criticidad son agrupadas por muchos autores de distintas maneras, y según su tipo se las puede encontrar como: Cualitativas, Semicuantitativas y Cuantitativas. La revisión de los métodos generales está descrita en la tabla 4-2, los cuales pueden servir de referencia para el contexto hospitalario.

Los procedimientos a seguir para clasificar los equipos varían entre organizaciones. La mayoría de instituciones de salud, clasifican los equipos Biomédicos y asignan la

frecuencia de intervención, mediante metodología fiable de resultados menos subjetivos. Se debe disponer de personal especializado con base de datos reales para fundamentar el Análisis de Criticidad, y obtener mejores resultados dentro del Departamento de Mantenimiento.

Tabla 4-2. Revisión de los métodos de análisis de criticidad y sus características

MÉTODOS	TIPO DE PROCESO	PROPIEDADES	LIMITACIONES
Flujograma	Cualitativo	Estudio secuencial para caracterizar jerárquicamente. Efectivo para procesos de análisis de baja complejidad.	Resultados menos fiables debido a su estudio superficial y muy subjetivo. Mayor cantidad de errores si no se tiene experiencia.
CTR, MCR	Semi cuantitativo	Con especialistas que cuantifican valores numéricos relativos de aspectos del proceso. Resultados menos subjetivos.	Valores expuestos por especialistas pueden variar en diferentes contextos y hay que ajustarse a ellos. Necesidad de reuniones de trabajo y participación del personal. Se estima la desviación estándar para validar el análisis.
Procesos de Análisis Jerárquico	Cuantitativo	Determina el riesgo asociado a un evento con respaldo numérico fiable. Está basado en el monitoreo continuo de los factor de riesgo. Valores absolutos.	Necesita de una base de datos mejor estructurada, con información estadística fiable. Mayor participación de especialistas en temas de evaluación y manejo de datos.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

El Autor recomienda usar alguna técnica de mayor aplicabilidad basada en el método semicuantitativo para el presente estudio. Varias metodologías muy conocidas dentro del contexto hospitalario son semicuantitativas, por ello es conveniente analizar un grupo de metodologías para determinar la más adecuada.

La revisión de las metodologías o técnicas semicuantitativas usadas a nivel hospitalario se describen en la tabla 5-2.

Tabla 5-2. Revisión de técnicas de análisis de criticidad de aplicación hospitalaria

TÉCNICA	NIVEL DE COMPLEJIDAD	TIPO DE HOSPITAL	APLICACIONES
Fennigkon y Smith, CTR, ACRI	Bajo	Primer y Segundo Nivel	Clasificación general de equipos Biomédicos. Definición de políticas correctivas y Preventivas
Mantenimiento Basado en Criticidad, MCR y Rank Xerox Limited	Media	Segundo y tercer nivel	Clasificación general de equipos. Definición de políticas correctivas, preventivas, y predictivas
AHP, Método Ciliberti, Matriz de Leopold	Alta	Tercer Nivel	Clasificación general de equipos. Definición de políticas correctivas, preventivas, predictivas y monitoreo continuo

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Según la tabla 5-2 se puede deducir que cualquier técnica de complejidad baja, es recomendable para solventar necesidades del entorno en Hospitales Generales y Básicos. Algunas normativas de entidades de salud, consideran el uso del método de Fennigkon y Smith, sin embargo no evalúa equipos de apoyo como Generadores, Calderas, Bombas, necesarios en los programas de mantenimiento preventivo existentes.

Por ello el autor cree conveniente según análisis anteriores que se utilice una técnica semicuantitativa de uso común y de mayor aplicabilidad como el modelo de Criticidad Total por Riesgo *CTR*. Cabe recalcar la inmensa similitud entre ambas metodologías, y por ello la fusión en sus criterios con la consideración de aspectos reduce la subjetividad. La mencionada metodología *CTR* utiliza las siguientes expresiones, (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p 94):

Ecuación: 3

$$CTR=FF*C$$

CTR= Criticidad Total por Riesgo
FF= Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado, fallo/año)
C= Consecuencia de los eventos de falla

Se considera dos grupos de factores dentro de la metodología *CTR*, los de frecuencia de fallas y los de consecuencia de los eventos de falla. Las ponderaciones de factores de cada uno de los aspectos y la forma de determinar el nivel de riesgo se especifica en el ANEXO B. Se considera el impacto al servicio (*IS*), por sobre el productivo, y adecuar los criterios junto con los de Fennigkon y Smith.

La metodología de *CTR* toma en cuenta el impacto de los costos de mantenimiento lo cual es una forma acertada de gestionar, con el enfoque de controlar los costos. La metodología de Fennigkon y Smith, toma en cuenta los requisitos de mantenimiento que son elementales en la toma de decisión mediante aspectos técnicos. Se compara si entre *RM* y *CM*, resaltando al de mayor valor para ser elegido uno solo, como *CM* y calcular la consecuencia

Ecuación: 4

$$C= (IO*FO)+CM+SHA.$$

Siendo:

IO= Factor de impacto en la producción.

FO= Factor de flexibilidad operacional.

CM= Factor de costos de mantenimiento.

SHA= Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente.

- Análisis modal de fallos:

El análisis modal de fallos, Failure modes and effects analysis (*FMEA*) o *(AMEF)* es una técnica de prevención que inicialmente fue introducida por el estándar militar en 1929. *AMEF* explora los efectos de fallos o el mal funcionamiento de componentes de un sistema; pretendiendo priorizar actividades y resolver problemas de producción incluso antes de que aparezcan. Se describen las siguientes etapas del *AMEF,* (http://asq.org/learn-about-quality/process-analysis-tools/overview/fmea.html):

a) Identificación de los modos de falla potenciales y clasificación de la severidad de su efecto.
b) Evaluación objetiva de la ocurrencia de causas y la habilidad de los controles para detectar la causa cuando ocurre.
c) Clasificación del orden potencial de deficiencias de producto y proceso.
d) Enfoque hacia la prevención y eliminación de problemas del producto y proceso.

La mencionada técnica puede ser integrada de diversas maneras en el Análisis de Criticidad, conocido en muchas aplicaciones actuales como Análisis de Modos de Falla, Efectos y Criticidad *AMFEC*. Se describen tres tipos de *AMEF* a saber:

a) *AMEF* de sistema; Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema
b) *AMEF* de proceso, Revisa los procesos para encontrar posibles fuentes de error.
c) *AMEF* de diseño; Reduce los riesgos por errores en el diseño.

Para el contexto en estudio, sabiendo que se desarrolla el mantenimiento en un proceso en funcionamiento, se recomienda el uso de *AMEF* de proceso, bajo los siguientes pasos descritos en el ANEXO C. Se analiza en algunos casos por componentes, ya que muchos equipos poseen partes de mayor cuidado, pudiendo estudiarlas para encontrar las actividades deseadas y reducir la subjetividad del proceso. Se debe asegurar que la disponibilidad de información, y cooperación dentro de la organización.

Para establecer una programación dinámica se calcula el Índice de Mantenimiento Preventivo *(IMP)* teniendo en cuenta el Nivel de Prioridad P_i, tiempo de inspecciones o mantenimiento preventivo (T) y tiempo transcurrido desde el último mantenimiento (t).

2.2.4.3. Métodos de programación de actividades.

Son métodos que ayudan al mantenimiento a vigilar y controlar las actividades, y para que sea así se debe establecer con claridad previamente las metas y principales acciones por prioridad. En la fase de ejecución se trata de identificar más concretamente las distintas actividades específicas que se deberán realizar y el orden o secuencia que conviene seguir para su ejecución.

Se considera excluir del estudio algunos métodos usados para la programación de actividades de mantenimiento: los diagramas de Hitos y Gantt, no permite visualizar la relación entre actividades. Así mismo se excluye a las Listas de Hitos y Tareas por no hacer referencia ni a la escala temporal ni dependencias entre actividades.

Se debe identificar las actividades específicas y apropiadas, recurriendo a metodologías sistemáticas como las de diagrama de red, que descomponen las actividades para su identificación y selección. Lo que se busca por programación es el ordenamiento en secuencia lógica, desde las primeras y cuales después, las de terminación inmediata antes de iniciar con otra, y las que no se inician hasta terminar anteriores.

Para programar varias actividades de mantenimiento, el cronograma no es suficiente porque no muestra visualmente las interrelaciones de las actividades. Los métodos de diagrama de red tienen varias metodologías, que para poder servir de ayuda en el proceso de programación de actividades preventivas en el contexto en estudio, se necesita revisarlas:

Tabla 6-2. Revisión de las metodologías de programación por diagrama de red.

METODOLOGÍA	CARACTERÍSTICA	RESTRICCIÓN
PERT (Program Evaluation and Review Technique)	Se obtiene un conocimiento preciso de la secuencia necesaria, o planificada para la ejecución de cada actividad.	Orientado al plazo de ejecución, con poca consideración de los costos.
PDM (Precedence Diagramming Method)	Permiten reflejar distintas relaciones de precedencia entre tareas. La representación gráfica es más sencilla.	Orientado a reflejar distintas relaciones de precedencia entre tareas. No se considera actividades virtuales.
ADM (Arrow Diagramming Method)	El tiempo de cada actividad es muy controlable	Solo en procesos de alto control de la duración de las actividades.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Se define que la ausencia de base de datos de tiempos medidos en el contexto, hará fijar la programación de modo aproximado, sean los instantes de inicio y culminación de cada actividad. Por lo general existe gran ausencia de base de datos originarios del registro de tiempos. Con el método *PERT* se podrá obtener la duración mínima del conjunto de actividades programadas y definir el grupo de actividades más representativas. (Paramés Montenegro C. 1988, p. 164), (Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, 2000, p. 122).

El Autor recomienda el uso de la metodología *PERT* porque se requiere estimar y estructurar una base de datos de tiempos de las actividades, con criterios especializados. Sin embargo la metodología en mención como todas las de diagrama de red, no posee escala temporal. Se puede complementar al método *PERT* aplicando critical path method *(CPM)*, por tener un enfoque determinístico, y compone a un conjunto de actividades que no tienen holgura de atraso.

CPM conocido como ruta crítica puede representar como clave para el control y sus cálculos del tiempo y costo total. Las actividades de la ruta crítica exigen mayor atención y cuidado en los recursos, debido a que la terminación del proyecto depende fuertemente de ellas. Las actividades no críticas se manipularan y reemplazaran en respuesta a la disponibilidad de recursos.

El Autor recomienda el uso del método *PERT / CPM* para programar las actividades de mantenimiento de gran importancia dentro del contexto hospitalario en estudio, ver proceso en ANEXO D. La aplicación del método consigue la secuencia de actividades, que se tendrá mayor control por la urgencia que representa, y la existencia de los repuestos y materiales en Bodega de Mantenimiento.

Las alternativas para mejorar la programación de actividades de mantenimiento, responden en eficiencia del manejo de recursos. El proceso de programación de actividades es de gran ayuda el uso de la informática con la propuesta del uso de reunir software o herramientas, ver tabla a tabla 7-2.

Tabla 7-2. Revisión de las características de software especializado en programación de actividades

SOFTWARE	RESTRICCIONES	REQUERIMIENTOS DE INSTALACIÓN	PARTICULARIDADES PARA EL USUARIO
WinQSB	Pocas actualizaciones. No compatibilidad con Windows 7, 8 y OS X (64-bits).	Windows XP de 32. Linux y Mac OS X	Amplia aplicabilidad. Interfaz sencilla. Posee libro de aplicación y fundamento. Necesita de capacitación previa. Versión en inglés.
Senda AF	No posee manuales de usuario. Limitada aplicabilidad. No compatible con Windows 8	Windows XP de 32 y 64 bits.	Versiones en español. Necesita de capacitación previa
OpenProj	Errores en la aplicación de funciones más avanzadas	Funciona con Windows XP de 32 y 64 bits. Linux y Mac OS X, pero necesita de Sun Java Runtime Environment, en su versión 1.5 o superior	Es gratuito. Versión en inglés. Relaciona entornos multiproyectos, hace un seguimiento de etapas del proyecto.
DS for Windows 2	No se puede relacionar entornos multiproyectos.	Windows XP de 32 y 64 bits. Linux y Mac OS X	Interfaz estándar de Windows. Es gratuito de fácil aplicación y mayor cobertura en herramientas. Versión en inglés.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Se recalca que todos los software informáticos con licencias gratuitas Freeware, Según el análisis de la tabla 7-2 el autor recomienda elegir a DS for Windows 2. La mencionada herramienta a más de cumplir con las características de selección, permite la gestión rápida de un grupo de tareas, pudiendo exportar fácilmente a Excel para su análisis inmediato.

2.2.4.4. Herramientas para la sistematización de la información

Una herramienta informática o software, ayuda a la gestión de los servicios de mantenimiento de una organización que básicamente es una base de datos. Dichos software se los considera como herramientas informáticas usadas para cubrir las necesidades de mantenimiento entre esos tenemos:

- *CMMS* (Computerized maintenance management system) ó *GMAO*,
- *ERP* (Enterprise resource planning),
- *EAM* (Enterprise asset management),
- Herramientas informáticas para ingeniería de confiabilidad.

Es importante considerar estudios comparativos y analíticos de los factores característicos entre tipos de software, para definir cuál sería el recomendado para la aplicación dentro del contexto hospitalario.

Tabla 8-2. Principales tipos de software aplicados para la gestión del mantenimiento.

TIPO DE SOFTWARE	ESPECIALIDAD	UTILIDAD	LIMITACIONES
CMMS o *GMAO* (Computerized Maintenance Management Software)	Gestión de mantenimiento industrial (Administración del Mantenimiento computarizado)	Usado para gestión de mantenimiento, gestión de inventarios, adquisiciones.	No puede ser utilizado en su totalidad cuando los procedimientos y políticas no son seguidos por los trabajadores.
ERP (Enterprise resource planning)	Administración de recursos. (Planificación de Recursos Empresariales)	Usados en gestión de inventarios, Adquisiciones, gestión de proyectos, control de tiempo, finanzas, recursos humanos, plantilla y planificación de requerimiento de material	Requiere de la aplicación de modelos especializados y que se ajusten al contexto. La inversión es muy alta con relación a las demás.
EAM (Enterprise Asset Management)	(Gestión de Activos Empresariales)	Utilizados en la gestión de activos a lo largo del ciclo de vida. Tiene la orientación a la gestión del mantenimiento pero es baja la planificación de requerimiento de material.	Son muy costosos, se recomienda su uso a organizaciones con enfoque de crecimiento en la gestión de activos.
Herramientas informáticas para Ingeniería de confiabilidad	Confiabilidad de sistemas, disponibilidad, mantenibilidad.	Diseño de planes *RCM*, Gestión del mantenimiento en función de la ingeniería de confiabilidad	Requieren mayor especialización técnica, es necesario integrar varias herramientas para mejores resultados.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Para el análisis de la tabla 8-2, se consideró la especialización en gestión de mantenimiento en las herramientas las cuales son las del tipo *CMMS, EAM, ERP* y de

ingeniería de confiabilidad. Se identificaron los alcances que tiene cada Departamento de Mantenimiento dentro del contexto en estudio los cuales están orientados a gestionar los inventarios y planes de mantenimiento. Artículos y documentos técnicos hospitalarios recomiendan el uso de herramientas de tipo *CMMS*. Los diferentes La tabla 9-2 describe características principales de software comunes.

Tabla 9-2. Revisión de funciones y factores de software de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (*GMAO)*

FUNCIONES Y FACTORES	**FUNCIONES DE LOS SOFTWARE**	**MP SOFTWARE**	**SISMAC**	**SGM PRO**
Funciones propias al personal de intervención	Codificación de equipos	ALTO	ALTO	ALTO
	Documentación técnica	ALTO	ALTO	ALTO
	Historial	MEDIO	ALTO	MEDIO
	Repuestos	ALTO	ALTO	ALTO
Funciones propias a planificación	Seguimiento de actividades	MEDIO	ALTO	MEDIO
	Preparación de intervenciones	ALTO	ALTO	ALTO
	Planificación de intervenciones	ALTO	ALTO	ALTO
Funciones propias a la gestión	Gestión de órdenes de trabajo	ALTO	ALTO	ALTO
	Gestión de costos	ALTO	MEDIO	BAJO
	Gestión de bodegas	ALTO	MEDIO	MEDIO
	Análisis de gastos y presupuesto	ALTO	MEDIO	ALTO
	Seguimiento de contratistas	MEDIO	BAJO	ALTO
Factores claves de los software	Servicios	SI	SI	SI
	Precio	ALTO	MEDIO	BAJO
	Investigación y desarrollo	ALTO	MEDIO	MEDIO
	Diseño centrado en el usuario	SI	SI	SI
	Personalización del programa	ALTO	MEDIO	MEDIO
	Adaptabilidad	ALTA	ALTA	ALTA
	Integración	SI	SI	SI
	Facilidad de Uso	ALTA	BAJA	ALTA

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Dentro del país, las herramientas de tipo *CMMS o GMAO* más utilizadas han sido SisMAC, MP, PRIMAVERA, SGM pro entre otros. Quizá no sean los más populares, y

difundidos pero pudiendo separarlos por tipología, dichos programas se ajustan de mejor manera a la filosofía *CMMS* según criterios y características recopiladas.

SGM pro es una aplicación estructurada para estudios hospitalarios, y Pequeñas y Medianas empresas PyMES. Para el contexto hospitalario en estudio, el Autor propone el uso de SGM pro, por algunas ventajas en los factores claves de selección como su precio de licencia, personalizaciones, actualizaciones y facilidad de uso.

2.3. Caracterización del Hospital Provincial General Docente Riobamba

El Hospital Provincial General Docente Riobamba (*HPGDR)*, es una entidad del Gobierno Central, adscrita al Ministerio de Salud Pública, y depende jerárquicamente de la Dirección Provincial de Salud de Chimborazo. El *HPGDR*, es una unidad de segundo nivel de complejidad dentro del sistema de salud destinada a brindar atención especializada, preventiva, ambulatoria, de recuperación y rehabilitación, en la zona tres (3).

Según recientes publicaciones de la página del Ministerio de Salud Pública la organización está conformada por 42 sanatorios. En este lugar laboran 716 personas, entre ellas 150 médicos, con una capacidad de 220 camas y un área de construcción de 20.000 m^2. Un inventario de 1097 equipos e instalaciones, con un aproximado de 72% a cargo del departamento, 15% bajo contrato externo, 13% con garantía.

Para el año 2017 el Hospital, busca ser Acreditado Internacionalmente, que preste atención de calidad que satisfaga las necesidades y expectativas de la población bajo principios de Salud Pública y Bioética. Con el uso de tecnología, infraestructura y los recursos públicos de forma eficiente y transparente.

- Estructura organizacional. Se pueden identificar en la figura 3-2 las diferentes distribuciones jerárquicas, que los funcionarios públicos del *HPGDR* se tienen que acoger.

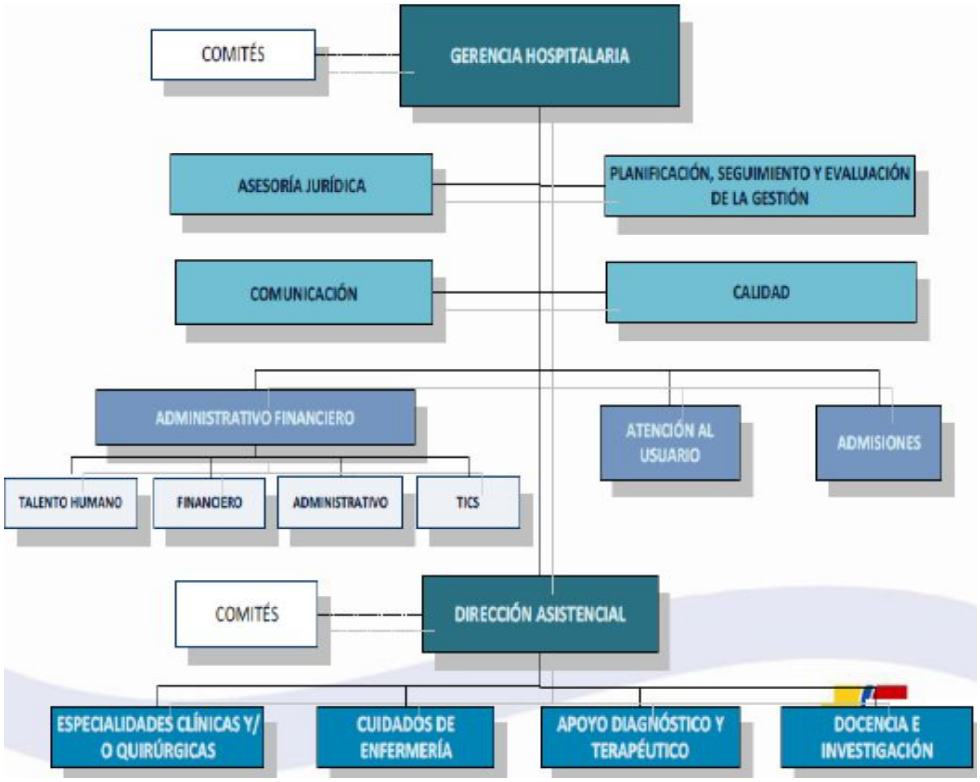


Figura 3-2. Estructura organizacional del Hospital Provincial General Docente Riobamba.
Fuente. Plan estratégico 2014-2017, HPGDR, p.12.

- Ubicación. La institución se encuentra localizada en Ecuador, Provincia de Chimborazo, en el Cantón Riobamba, Parroquia Veloz, en las Calles Av. Juan Félix Proaño s/n y Chile. Teléfonos: (2) 628090-628071

2.3.2. Situación actual del Departamento de Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento del *HPGDR* responde en acciones de cuidado y conservación de los bienes, cumpliendo con actividades planificadas y de soporte correctivo. Se encuentra ubicado junto a Casa de Máquinas y posee almacén de bodega propio con equipos y materiales debidamente adecuados. Cuenta con un total de 19 empleados públicos pertenecientes al mencionado departamento con funciones administrativas y técnicas. La organización hospitalaria se reserva a la aplicación de estrategias de bajo costo, por ese motivo dentro del departamento el control del costo no se realiza con detenimiento y se reserva a los estudios del Departamento Financiero.

2.3.2.1. Funciones

Debido a la atención y funcionamiento continuo de la institución hospitalaria, fue conformada la presencia activa de dos (2) grupos de trabajo por días alternados en la mañana y tarde. Las nuevas propuestas de distribución de funciones, orientan a establecer Electricidad y Eléctrica en una sola, dando lugar a la aparición de Hidrosanitaria/varios. Con ocho (8) horas de trabajo al día y doce (12) para el personal de intervención técnica en 52 semanas. Se mencionan las principales funciones:

- Coordinador general de mantenimiento. Liderado por un Jefe o Coordinador, que administra y gestiona las actividades, recursos del departamento. Cabe recalcar de manera particular que el coordinador es el responsable de la ejecución y dirección del programa de mantenimiento preventivo, con la presentación de documentos e informes sobre su gestión. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p 279)

- Líderes de área o especialidad de mantenimiento. Existen tres (3) grupos de trabajo; Mecánica, Electricidad/Electrónica, Hidrosanitaria/Varios, los cuales están comandados por un líder que dirige las actividades técnicas en su especialidad y la gestión de documentos.

- Técnicos. Los Técnicos o personal de intervención son aquellos que interviene en actividades primarias en equipos e instalaciones, se los diferencian solamente las especialidades y niveles de educación, (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 182). La mayoría de equipos e instalaciones está bajo la responsabilidad del personal técnico del Departamento de Mantenimiento.

- Especialistas. Específicas en ciertos equipos o instalaciones, por la importancia vital que se evidencia en algunos servicios hospitalarios. Dentro de mantenimiento se considera a los Expertos en calderos, ya que todo evento que suscite dentro de aquellos equipos requiere de cuidado tanto en la operación como en el mantenimiento. Por otro lado la presencia de especialistas en otras áreas debe ser

contratada, como por ejemplo automatizaciones, instalaciones de vapor, grandes adecuaciones, entre otros.

- Responsable de bodega. Se encarga del cuidado, registro y almacenamiento de los recursos materiales de utilidad para el Departamento de Mantenimiento, (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 187). El personal de bodega es propio del departamento para la logística de entrega y recibimiento de los recursos, con recepción y control.

2.3.2.2. Organización

En organizaciones de segundo nivel como el hospital en estudio, el Departamento de Mantenimiento es liderado por el Gerente Administrativo del hospital. De acuerdo a la figura 4.2 se menciona a las principales dignidades dentro del organigrama:

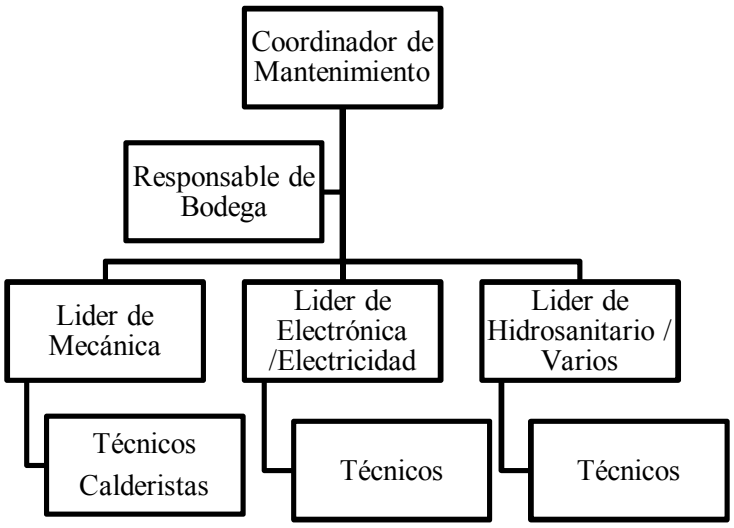


Figura 4-2. Organigrama estructural del Departamento de Mantenimiento del HPGDR.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

2.3.2.3. Base legal

Se destaca Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de los Hospitales del Ministerio de Salud Pública, acuerdo ministerial N°00001537. Su contenido confiere muchas actividades en las áreas administrativas y de gestión hospitalaria. Se destaca la elaboración del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes muebles, inmuebles, equipos de electro medicina y vehículos a cargo del Departamento de Mantenimiento, (Robalino M. 2014, p. 3).

2.3.2.4. Contratación externa

El *HPGDR* para toda clase de adquisición o contratación se debe encomendar al Instituto Nacional de Contratación Pública que ejerce la rectoría del Sistema Nacional de Compras Públicas. Se garantiza la transparencia y la calidad mediante el cumplimento de leyes de contratación pública y el Plan Anual de Contratación (*PAC*). La Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares (*SCAN*) es responsable de los equipos del área de Radiología, y también existen equipos con garantía, (Robalino M. 2013, p.8).

Sin embargo existen particularidades que desencadenan en errores técnicos, porque muchas veces los técnicos especialistas de mantenimiento no son parte del proceso de inspección técnica para contratar o adquirir equipos o instalaciones. Algunos Técnicos del departamento no participan de forma activa en la inspección y control técnica de la adquisición de equipos, lo cual podría afectar al desempeño y el cumpliendo de garantías.

2.3.2.5. Documentos y fuente de información.

Las órdenes de trabajo son elaboradas con información que se genera antes, durante y después de la ejecución del trabajo. La aprobación y seguimiento de dicho documento, es responsabilidad del coordinador de la respectiva especialidad, y su ejecución a cargo del Técnico responsable, (Esparza L. 2015, p. 7).

Las Bitácoras de Mantenimiento son hojas de vida del equipo y sirven como registro de control de actividades. La información que registran las bitácoras de cada equipo hospitalario es; fecha de ejecución, cronograma, responsables, actividades desarrolladas, *OT´*s y los datos informativos del equipo. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 240).

La Hoja de Registro de mantenimiento o conocida como Solicitud de Trabajo es un documento que describe el daño ocurrido en el equipo, solicitando al personal técnico, la inmediata intervención. Así mismo dentro de algunos servicios el Departamento de Estadística y el personal especialista han registrado las características del funcionamiento de algunos equipos importantes.

A pesar de disponer de documentación adecuada dentro del departamento en estudio, no se documentan las posibles causas de fallas, registro de tiempos y control de recursos que debe ser alimentado con criterios técnicos del personal. Así mismo no se conoce ningún estudio que ayude a tomar decisiones en la planificación, partiendo de observaciones documentadas en el campo de intervención.

2.3.2.6. Clasificación de los equipos.

La misma Norma Programa de Mantenimiento Preventivo 2014 del *HPGDR*, establece los criterios de inclusión de equipos, evaluando las unidades sanitarias bajo el modelo de Fennigkon y Smith. Se puede clasificar la importancia de los equipos bajo los

parámetros de; función del equipo, aplicación clínica, requisitos de mantenimiento del equipo y antecedentes de problemas del equipo.

Sin embargo se ha encontrado que los equipos dentro del hospital no son clasificados de manera jerárquica, ya que el plan de mantenimiento preventivo se lo generaliza por áreas de servicio. Por lo mencionado no existe una priorización adecuada de las actividades. Se aplica para la planificación de recursos la exposición de criterios de los Técnicos y Líderes, que en muchos casos se han convertido en indispensables al proceso.

2.3.2.7. Programa de mantenimiento preventivo.

El programa de mantenimiento preventivo del *HPGDR* es considerado para establecer información necesaria para la asignación de recursos de manera ordenada. Varios documentos técnicos lo sustentan principalmente los recomendados por la OMS, ECRI, y normativas del MSP. Para un excelente programa de mantenimiento preventivo se destaca el cumplimiento de buenos resultados en los parámetros de: localización de equipos, competitividad del personal, cumplimiento de actividades programadas, fiabilidad de equipos y eficacia del programa de mantenimiento.

Sin embargo no se ha realizado la implementación de ninguna estrategia que se direccione al mejoramiento actual de la gestión de la información y programación de las actividades. Así también el sistema actual no satisface a los requerimientos de la planificación del mantenimiento por ello en muchos casos los recursos no son suficientes. El programa de mantenimiento del HPGDR considera los siguientes componentes para emitir información de la gestión:

- Manuales de mantenimiento del fabricante.

Informan sobre actividades, frecuencias de cambio de componentes, indicaciones, tiempos, características técnicas de los repuestos entre otra información relevante sobre

el mantenimiento. Algunos incluyen productos de limpieza, lubricación o cuidado adecuado para cada tipo de dispositivo y se advierten sobre los peligros que podrían ocasionar algún mal funcionamiento. Por reglamentación, todos los fabricantes y proveedores en la adquisición del equipo, tienen la obligación de proporcionar manuales técnicos y catálogos.

Sin embargo hay equipos que llegaron sin catálogos, manuales de mantenimiento y con problemas en su diseño. No se establece una base de datos informatizada que respalde la gestión. Hace falta más información técnica que respalde la utilización de manuales y sean de utilidad en la intervención del mantenimiento. Si no existen los manuales o catálogos, los técnicos deben realizar consultas a centros de salud que tengan los mismos tipos de equipos, fabricantes, o internet.

- Manual de mantenimiento preventivo.

Describe las frecuencias, puntos de inspección, tareas a realizar, referencias de los materiales de reposición (repuestos), útiles de trabajo y medidas de seguridad. El mencionado manual describe el proceso de mantenimiento en función de las solicitudes y órdenes de trabajo, con los participantes tanto dentro del hospital como las entidades externas de mantenimiento. Aunque ha sido poco difundido que muchos Técnicos desconocen el proceso a seguir en el mantenimiento preventivo,

- Cronograma de mantenimiento preventivo.

Los cronogramas son elaborados anualmente y estipulan acciones preventivas, distribuidas de forma mensual, se recalca la especialidad de mantenimiento y el área de servicio. Se considera a las especialidades de mecánica, electrónica y electricidad para la programación. Lo mencionado se puede encontrar en el ANEXO E.

- Bitácoras de equipo.

Identifican los datos técnicos, mantenimientos preventivos o correctivos realizados, averías, repuestos cambiados, entre otros aspectos del equipo. Gracias a los apuntes de

Coordinadores y Técnicos, pudieron levantar gran parte de bitácoras de mantenimiento en cada área, y sirvió para cumplir con el proceso de acreditación. A pesar de lo mencionado, la bitácora de mantenimiento no ha evidenciado indicadores reconocidos de gestión.

- Estadística de los trabajos realizados.

Producto de medidas del proceso y variables que disponen varios equipos e instalaciones importantes. Con ayuda de la recopilación de registros de trabajos y las bitácoras, el coordinador del departamento está orientado a elaborar un estudio estadístico de los trabajos realizados. Se realiza la información periódica de los trabajos a Gerencia, pero no se puede fijar las causas posibles del incumplimiento o retraso.

- Gestión de costos.

El control y la gestión de los costos y gastos de la organización de salud en estudio, es asignado al Departamento Financiero, que se encarga del cumplimiento adecuado del presupuesto. Lo que hace el Departamento de Mantenimiento mediante los cargos de bodega y coordinación general es recopilar las necesidades económicas y presentar los pedidos de materiales y repuestos necesarios al programa. El departamento en estudio también reporta las actividades y recursos usados mediante registros y órdenes de trabajo.

2.3.2.8. Software de gestión de mantenimiento SGM pro

SGM pro es un software de tipo *CMMS* producto de estudios interdisciplinarios entre; la escuela de Ingeniería de Mantenimiento, e Ingeniería de Sistemas e Informática de la ESPOCH. La planificación y programación de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, son las principales funciones del software dentro de la gestión del mantenimiento.

SGM pro fue instalado en dos computadores laptop pertenecientes a los coordinadores de las áreas de electricidad y electrónica del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*. Sin embargo, la implementación del software no fue concebida debido a la falta de consultoría, capacitación y participación de personal.

2.4. Reporte de investigaciones relacionadas.

(Armijos F. y Moyota C. 2013). Desarrollaron la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento para el Hospital de la Brigada Nº11 Galápagos, mejorando la organización administrativa funcional. Las herramientas de gestión usadas en el sistema fueron; documentación técnica de equipos, análisis de criticidad, mantenimiento autónomo y *AMEF*.

(Villamarín E. 2011). Propuso una organización integral del mantenimiento en los equipos del área de Casa de Máquinas del Hospital de la Brigada N° 11 Galápagos. Fue un aporte de ideas en el ordenamiento y clasificación de fichas técnicas de datos y características, evaluando técnicamente las máquinas.

(Tanqueño J. 2012). Diseñó un plan de mantenimiento planificado en los equipos de Casa de Máquinas del *HPGDR*. Dicho trabajo se caracterizó por la descripción de las tareas de mantenimiento con sus frecuencias respectivas, técnica de intervención, inspecciones y planes de operación en los equipos de Casa de Máquinas mediante el uso de SGM pro versión demostrativa.

(Rodríguez E. Miguel A. Sánchez M. C. 2001). Presentaron una guía resumida de cómo organizar un trabajo en equipos médicos para varios hospitales del contexto cubano con la aplicación de procedimientos *ECRI*, *AAMI*, y software Smacor.

(Estrada J. Cifuentes P. 2011). Presentaron una aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento orientado a riesgos, mediante el uso de normativas nacionales e internacionales en la adecuación de inventarios e indicadores de gestión.

2.5. Conclusiones del capítulo

- Se definieron los principales fundamentos teóricos y metodológicos para mantenimiento hospitalario, gracias al análisis documental de modo que sirva de referencia para solucionar problemas detectados en la caracterización del entorno en estudio. Se determinó el estudio del mantenimiento hospitalario y la aplicación de estrategias intensivas e integrales en el MPP, para evitar pérdidas considerables en los equipos críticos.

- Se identificaron los principales procedimientos, herramientas y métodos descritos en normativos, gracias a la caracterización del HPGDR, destacando los problemas principales en el manejo y control de recursos.

- Se destacaron las investigaciones existentes al tema, definiendo que algunos criterios son válidos para establecer procedimientos y metodologías, que sirven de ayuda para el desarrollo una metodología adecuada para el mantenimiento preventivo planificado. Se concluye que no existe un sistema de gestión especializado en mantenimiento preventivo hospitalario, que reúna todas las características y metodologías con mejores resultados en el análisis de ocurrencia de fallas.

CAPÍTULO III

3. MÉTODOS Y MATERIALES

El objetivo es diseñar una estructura metodológica del sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos, que sea adecuado para la gestión hospitalaria. Dentro del Ecuador como en muchos lugares del mundo se considera importante al servicio de salud, que cuenta con establecimientos del sector Público con 27,76% y Privado con 72,24%, (INEC 2011, p. 20).

Se menciona en el presente estudio a los Hospitales Generales del sector público y como caso práctico de referencia el Hospital Provincial General Docente Riobamba. Se cree conveniente estructurar el sistema de gestión para mantenimiento, en base al marco referencial, con soluciones de problemas detectados en el entorno de estudio y validación de hipótesis trazada. Mediante el análisis de documentos técnicos y especializados se estructura la lógica, las características y las técnicas del sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado de equipos críticos. Se consideran fundamentos del ciclo de la calidad y mejora continua

3.1. Fundamentación de la solución

Mediante la utilización de alternativas de mejora dentro del entorno en estudio se parte del supuesto que el sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado es adecuado por lo siguiente:

- Estructura un plan de mantenimiento basado en análisis de falla, lo cual se considera una manera acertada de gestionar el mantenimiento hospitalario.

- Cumple con requerimientos básicos de planificación del mantenimiento como; inventario, clasificación de equipos, asignación y priorización de recursos, sistematización de la información, programación de actividades, medición y control.

- Aplica los métodos y herramientas recomendables para el contexto hospitalario de segundo nivel según un previo análisis del marco referencial.

- Busca el mejoramiento de la competencia del personal técnico de intervención.

- Mejora la sincronización, logística y gestión del proceso de mantenimiento.

3.2. Propuesta del sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado

La forma metodológica propuesta, se fundamenta en el análisis de las siguientes metodologías:

- Mantenimiento centrado en la confiabilidad *RCM*.

- Metodologías estándar, normas internacionales especializadas en mantenimiento, y documentaciones técnicas de la Organización Mundial de la Salud *OMS*.

- Metodología de investigación de Hair, Bush y Ortinau, 2004.

En la figura 1-3 se describe el sistema de gestión propuesto, el cual posee prácticas con sentido lógico, siendo un aporte para generar resultados positivos en el proceso de mantenimiento preventivo planificado.

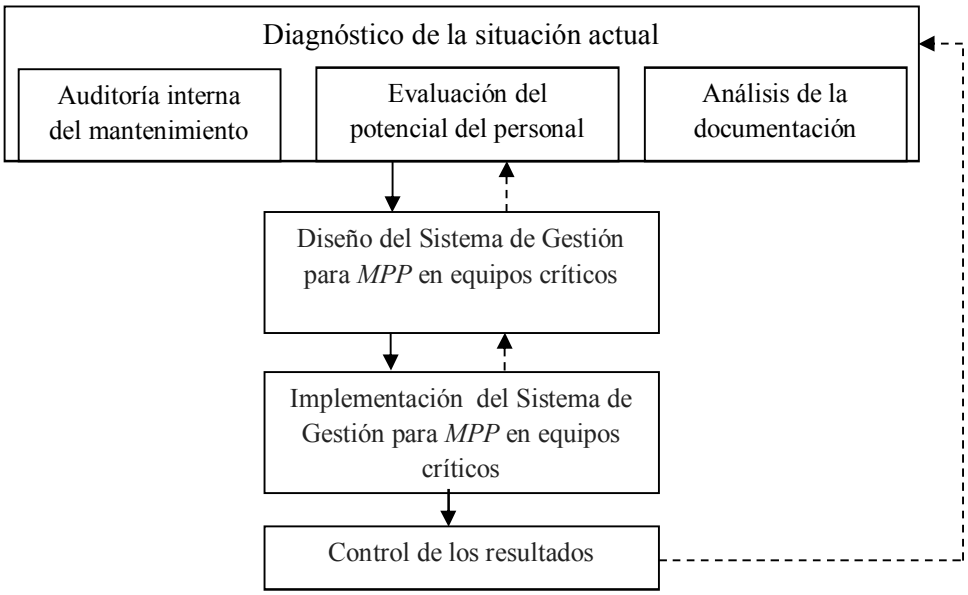


Figura 1-3. Etapas del Sistema de gestión para MPP para equipos críticos
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

El sistema de gestión propuesto está compuesto por cuatro (4) etapas y se recalca las siguientes características generales:

- Es integrada porque toma en cuenta a la planificación, el desempeño del personal y la documentación adecuada, siendo estos considerados como componentes esenciales para los sistemas de gestión hospitalaria.

- Es interactiva porque cada una de sus etapas contribuyen a la realización eficaz de actividades en el proceso de *MP*. Revisa aspectos como: participación del personal, manejo de recursos, programación, ejecución y control de las actividades.

- Es cíclica porque obedece a una secuencia que cumple un período u orden lógico para determinar los diversos problemas mediante la investigación descriptiva.

La descripción metodológica del sistema de gestión de mantenimiento propuesto, se puede encontrar detallada a continuación:

3.2.1. Diagnóstico de la situación actual.

Es una etapa que tiene por objeto; diagnosticar la situación actual de la planificación, el desempeño del personal técnico y el proceso del mantenimiento preventivo dentro del Departamento de Mantenimiento.

Se establece que el diagnóstico de la situación actual podrá emitir tres (3) caminos de gestión a seguir, según lo encontrado en el análisis de resultados en base a tres (3) sub etapas a saber:

3.2.1.1. Auditoría interna de mantenimiento:

El proceso de auditoría tiene como objetivo definir el nivel de desempeño de la planificación del mantenimiento, respecto a valores meta de efectividad del mantenimiento. Para la auditoría se analizan las funciones de planificación del mantenimiento, con la participación activa del personal del Departamento de Mantenimiento en el proceso de auditoría, tal y como lo muestra la figura 2-3.

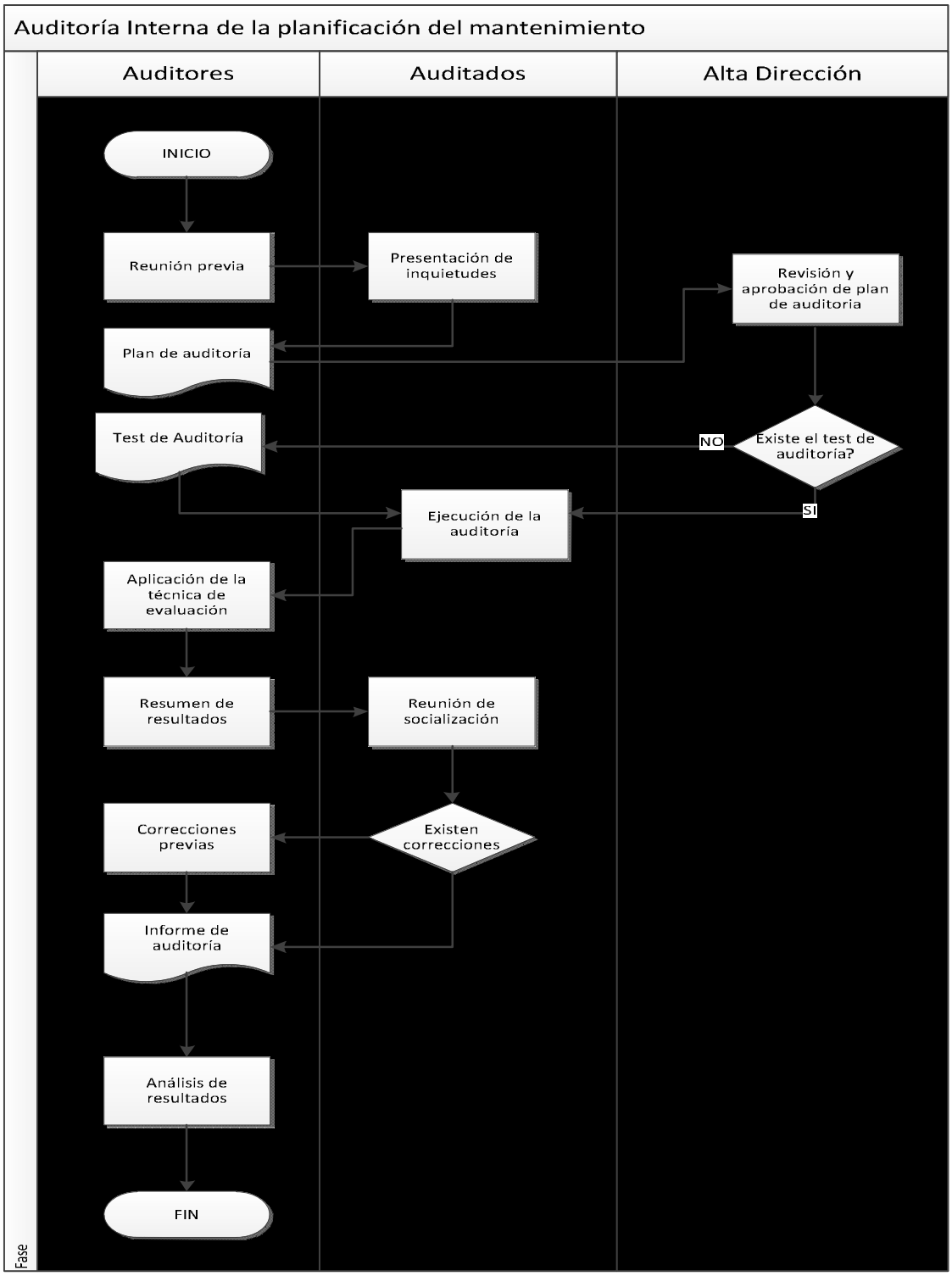


Figura 2-3. Diagrama de flujo del proceso de Auditoría Interna de la planificación del mantenimiento
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

El procedimiento que constituye la auditoría interna de mantenimiento se fundamenta en las directrices para auditorías de sistemas de gestión (ISO 19011:2012) de la siguiente forma:

- Reunión previa. Consiste en la socialización de información del proceso de auditoría, logros que se pueden alcanzar, responsabilidades y los recursos a utilizar.

- Plan de auditoría. El plan se compone principalmente de; la duración, el alcance, metodologías usadas, participantes entre otros aspectos. Se describen los recursos a utilizar y las responsabilidades. (Madariaga J. 2004, p.78), (K. H. Spencer Pickett, 2007, p. 89), (Sexto L. 2013, p. 33).

- Elaboración del test. Se recopilan aspectos e ítems utilizados por (Espinoza F. 2002, p. 10), los cuales se originan de características, fundamentos teóricos y requerimientos que debe poseer de la planificación del mantenimiento. Se puede adjuntar algunos puntos de vista identificados en la reunión inicial, (Sexto L. 2013, p. 31).

- Ejecución de la Auditoría. Con la participación activa del personal seleccionado para llenar los test o lista de chequeo, se solventan inquietudes generadas.

- Aplicación de la técnica de evaluación. Se determina el valor de ponderación de cada ítem de auditoría, pudiendo generar un peso con resultados parciales y totales de los hallazgos del proceso de auditoría Mediante la técnica de evaluación de Escala por Factor o Lineales.

- Resumen de resultados. Se elabora un registro de no conformidades, representados en una tabla resumen para resumir los hallazgos encontrados. Los hallazgos lo conforman las fortalezas, oportunidades y no conformidades. (Madariaga J. 2004, p. 79), (K. H. Spencer Pickett, 2007, p. 89), (Sexto L. 2013, p.32).

- Reunión de socialización de resultados. Se discute y se exponen resultados encontrados a los auditados, así también se incluyen puntos de vista y se despejan algunas inquietudes por resolver. Se pueden realizar correcciones que pueden desembocar en la ejecución de nueva auditoría. (Sexto L. 2013, p. 32).

- Correcciones previas al informe. Con los criterios tomados de la reunión anterior se realiza correcciones a cargo del Auditor. La corrección debe estar fundamentada en hechos reales y puntos de vista válidos.

- Informe de auditoría. El Auditor realiza el informe que reúne todos los resultados encontrados y la inclusión de las correcciones con los criterios de los auditados. Según los alcances se elabora seguimiento y verificación de acciones correctivas.

- Análisis de Resultados. Los resultados del nivel de desempeño son basados en el análisis de fortalezas, oportunidades de mejora e inconformidades encontradas. Se evidencia un valor porcentual, que refleja el desempeño de la efectividad de la planificación del mantenimiento bajo los siguientes criterios de valoración:

a) Del 85% al 100%. Nivel alto de efectividad de mantenimiento planificado. Se sugiere mantener los resultados y orientar a la mejora continua.

b) Del 60% al 84%. Nivel medio de efectividad de mantenimiento planificado. Se sugiere mejorar los aspectos con acciones de adecuación.

c) Menores al 60%. Nivel inaceptable o bajo de efectividad de mantenimiento planificado. Se sugiere actualizar las prácticas actuales e implementar estrategias de mejora del plan de mantenimiento.

3.2.1.2. Evaluación del potencial del personal:

Tiene como objetivo determinar el nivel de desempeño de los Técnicos especialistas del Departamento de Mantenimiento en las intervenciones, según análisis de todas las competencias que pueden provocar demoras. Para obtener resultados del nivel del desempeño en el proceso de evaluación del personal, se necesita analizar los hallazgos encontrados.

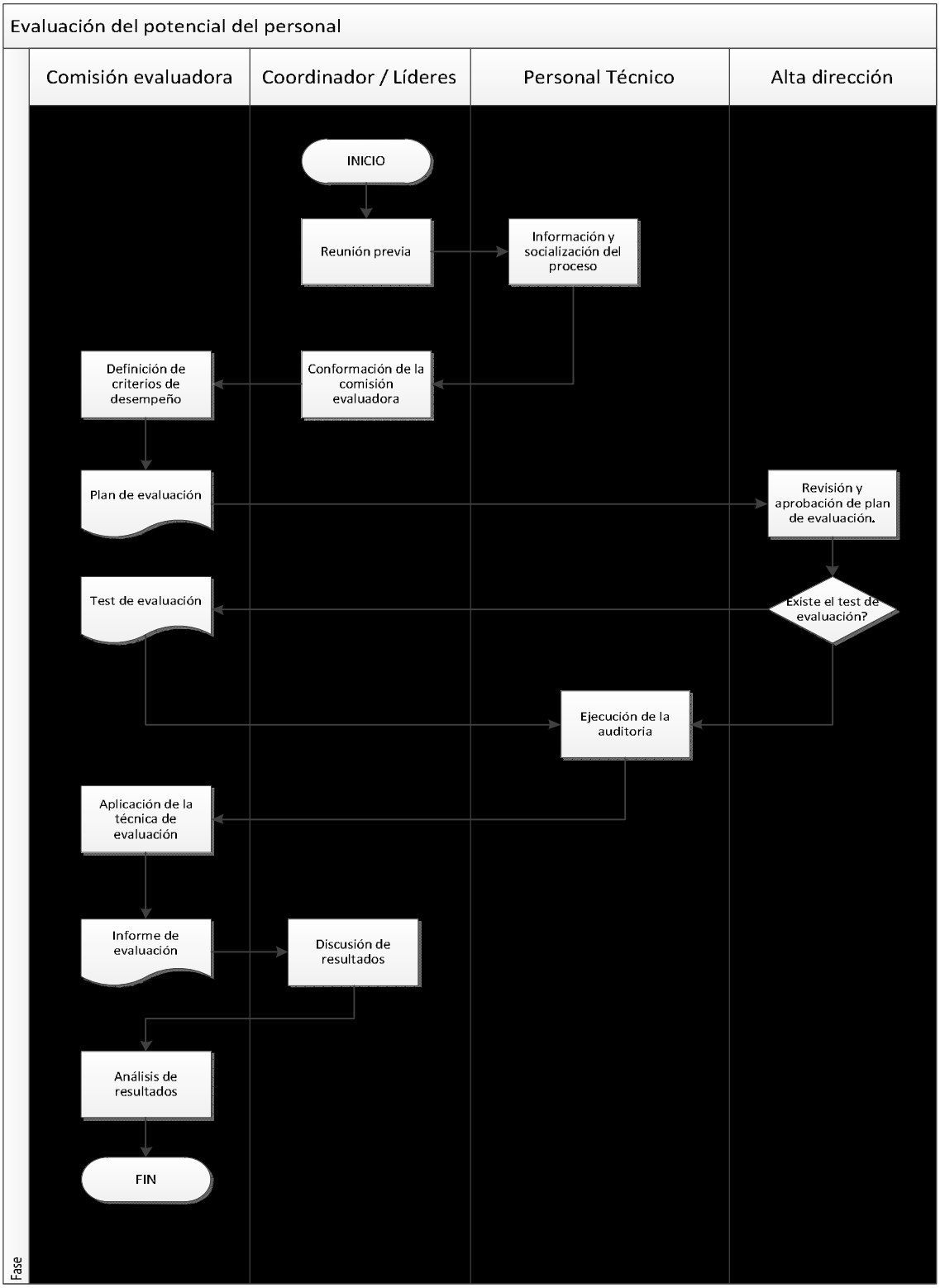


Figura 3-3. Diagrama de flujo de proceso de evaluación del potencial del personal.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

En la figura 3-3 se muestra una propuesta de proceso de evaluación y luego se describe paso a paso en que consiste cada procedimiento. Se considera los procesos para la evaluación de personas en las organizaciones ISO 10667:2013 a continuación:

- Identificación de las metas de desempeño. Se establecen responsabilidades y potencial que demanda cada puesto de trabajo dentro del proceso de *MPP* en el Departamento de Mantenimiento.

- Reunión previa y conformación de la Comisión Evaluadora. Se socializa e informa al personal que va a considerarse en el proceso de evaluación. Se define la comisión evaluadora integrada por personal del departamento con un Facilitador.

- Plan de evaluación de potencial del personal. Se realiza un plan o documento que resalte el proceso de evaluación del personal de una manera planificada. Se toma en cuenta los recursos, responsables, alcances, tiempo, espacio, entre otros elementos que sirven como documentación inicial. (Méndez Álvares C. 2005, p. 78).

- Establecer los criterios del desempeño con elaboración de Test. Se identifican los criterios para la clasificación de competencia según David MacClellad & Spencer & Spencer con criterios de autores como (Dessler Gary, 2001, p. 89) y (Jean-Paul Souris, 1992, p. 122). Se socializa los aspectos y elementos a evaluar, con un test objetivo.

- Ejecución de la evaluación del personal. Con la participación activa del personal seleccionado, para llenar los test y las inquietudes generadas. Se considera un grado de disponibilidad mayor al 70%.

- Aplicación de la técnica de evaluación. Se ponderan numéricamente los factores del comportamiento y sus elementos de forma equitativa. Se utiliza la técnica de evaluación de Escala por Factor o Lineales, bajo lineamientos BARS (Behaviorally Anchored Rating Scales), propuesto por Smith y Kendall en 1963.

- Informe de evaluación. Se resumen los hallazgos más relevantes encontrados y se resaltan posibles soluciones de desarrollo o capacitación del personal. Se podrá discutir los resultados alcanzados previamente en su análisis final.

- Análisis de resultados. Los resultados del proceso de evaluación del personal son evidenciados en un valor porcentual, que refleja el desempeño del personal en las intervenciones. Se aplican cinco (5) niveles de calificación (Gary Dessler, 2001, p. 92):

a) Entre un 90% al 100%; es nivel excepcional para la gestión con resultados SOBRESALIENTES del desempeño del personal en las intervenciones.

b) Entre un 80% al 89%; es nivel de alta calidad, logros consistentes en la gestión con resultados MUY BUENOS del desempeño del personal en las intervenciones.

c) Entre un 70% al 79%; es nivel competente y confiable en la gestión con resultados BUENOS del desempeño del personal en las intervenciones.

d) Entre un 60% al 69%; es nivel deficiente en ciertas áreas en la gestión con resultados REGULARES del desempeño del personal en las intervenciones.

e) Menos de 60%; es nivel inaceptable de mejoría inmediata en la gestión con resultados BAJOS en el desempeño del personal en las intervenciones.

3.2.1.3. Análisis de documentos del proceso de mantenimiento preventivo planificado:

Tiene como objetivo determinar el nivel de cumplimiento de requisitos de la documentación que describe el proceso de mantenimiento preventivo planificado del Departamento de Mantenimiento en estudio.

Como metodología se utiliza el Análisis Documental Simple de documentos, y se trata de obtener oportunidades de mejora bajo criterios de especialistas y bibliografía actualizada en mantenimiento hospitalario. El procedimiento que constituye el análisis de la documentación del mantenimiento preventivo planificado se resume en la figura 4-3 y luego se describe paso a paso cada proceso:

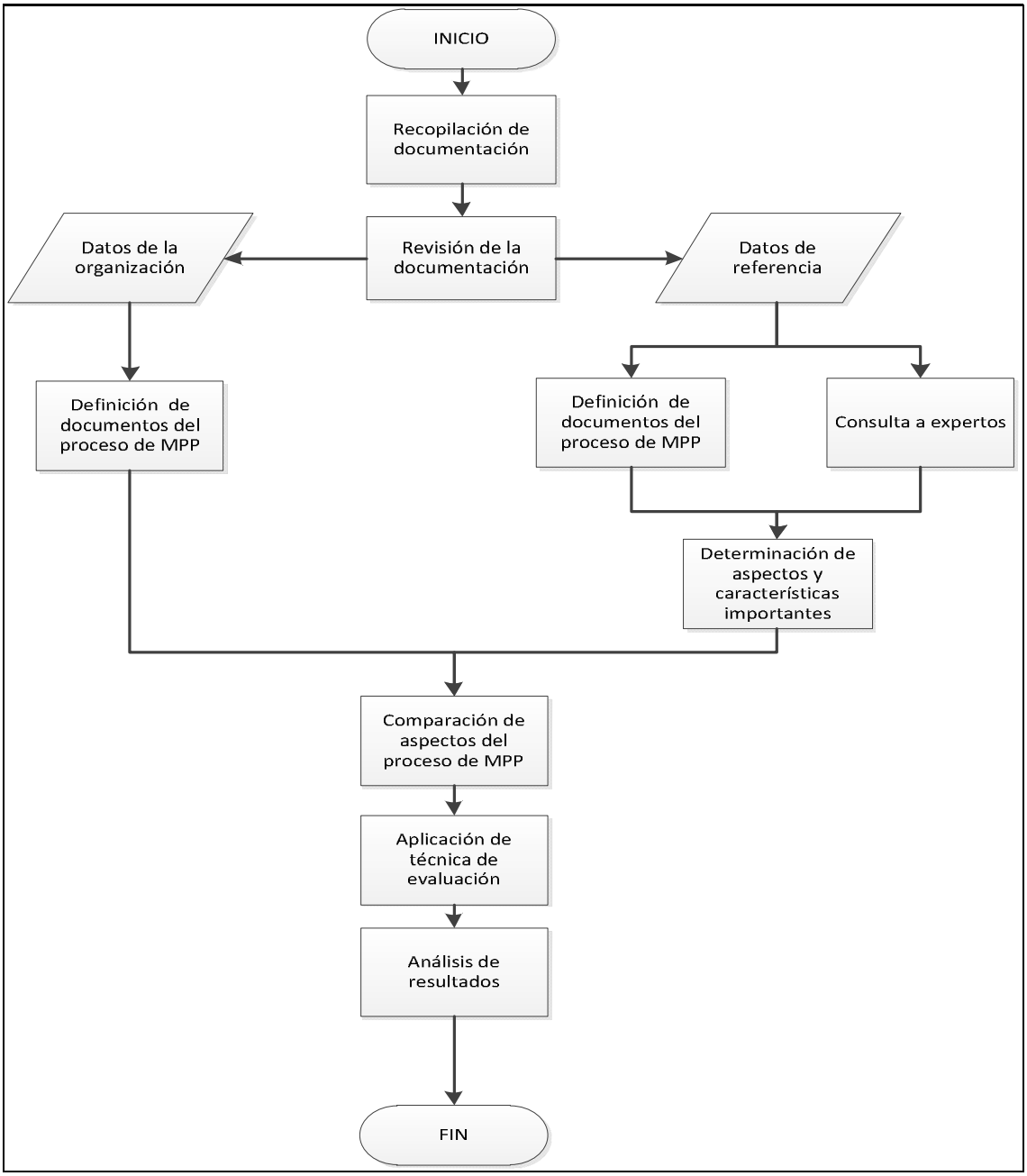


Figura 4-3. Diagrama de flujo del proceso de análisis de documentación del *MPP*.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

- Recopilación de documentación. Se debe reunir la documentación que el personal administrativo del Departamento de Mantenimiento dispone para identificar sus procedimientos. La documentación existente debe describir las acciones y requisitos del personal de mantenimiento para efectuar las intervenciones preventivas en todas las especialidades. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p 237)

- Revisión de la documentación recopilada. Se resumen criterios de expertos, bibliografías de gestión hospitalaria y normativas mediante un Análisis Documental Simple, para comparar con los documentos existentes en la organización.

- Comparación de los principales aspectos a tratar del proceso de mantenimiento preventivo planificado. Se comparan acciones secuenciales, detallando de forma resumida las funciones, recursos y procedimientos.

- Aplicación de la técnica de evaluación. Se ponderan numéricamente de forma equitativa los aspectos o requerimientos determinados como necesarios en los documentos. Se utiliza la técnica de evaluación de Escala por Factor o Lineales (Roig Ibáñez J. 1996, p. 72), (Porret Gelabert M. 2007, 53).

- Análisis de resultados. Se resumen los hallazgos encontrados, determinando los aspectos faltantes, y de esta manera las posibles acciones de mejora al proceso de *MP*. Se cree conveniente dividir la calificación porcentual en tres (3) intervalos de suficiencia:

a) Del 85% al 100%. Se considera como satisfactorio con nivel alto de suficiencia de documentación, y no se recomienda ninguna acción de mejora.

b) Del 60% al 84%. Se considera como moderado con nivel medio de suficiencia de documentación, y se resaltan oportunidades de mejora.

c) Menos del 60 %. Se considera como insuficiente con nivel bajo de suficiencia, y se identifica la ausencia de documentos y descripción de procedimientos.

3.2.2. Diseño del sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos.

Tiene por objeto diseñar el sistema de gestión para *MPP* en equipos críticos, en base a los resultados encontrados en el proceso de diagnóstico de la situación actual. Se explica la secuencia que se debe seguir de acuerdo a los resultados alcanzados en la etapa de diagnóstico.

El diseño del sistema de gestión se basa en los resultados encontrados en la efectividad del mantenimiento, desempeño del personal y cumplimiento documental del proceso de *MP*. Se muestra en la siguiente figura:

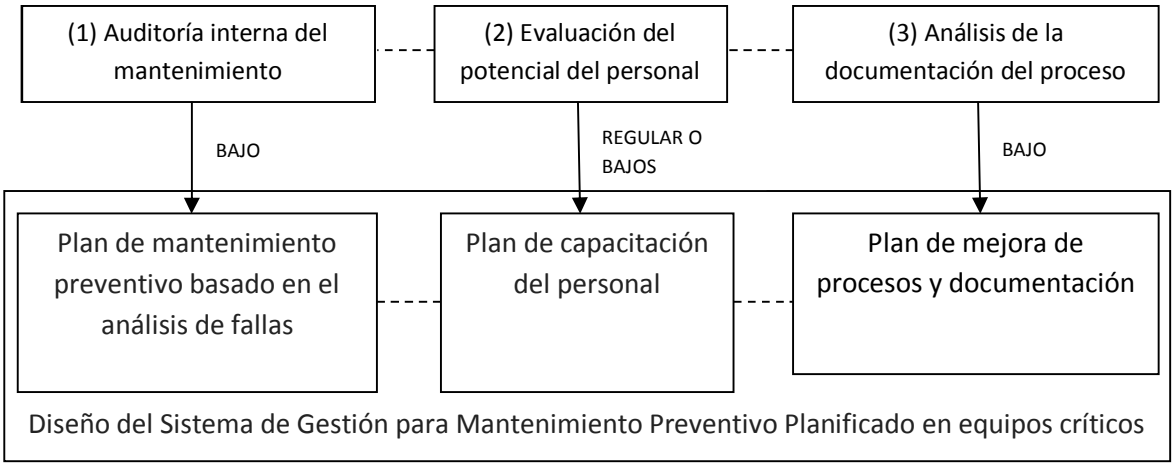


Figura 5-3. Caminos a seguir para el diseño del sistema de gestión para *MP*.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Los caminos de gestión son totalmente independientes y podrían considerarse al mismo tiempo la realización de los diferentes planes para con la gestión del mantenimiento. Para ello se considera los siguientes resultados:

- % BAJO de efectividad de mantenimiento planificado; se diseña un plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de fallas, requisitos básicos, aplicando métodos y herramientas de gestión. Se debe cumplir con buenos resultados en los parámetros del programa de mantenimiento como la localización de equipos, competitividad del personal, cumplimiento de actividades programadas, fiabilidad de equipos y eficacia del programa de mantenimiento.

- % REGULAR o BAJOS del desempeño del personal de mantenimiento; se elabora un plan de capacitación y mejoramiento del personal con actualizaciones del conocimiento.

- % BAJO de suficiencia de documentación y descripción del proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado; se recomienda realizar un plan de mejora y adecuación de la información.

3.2.2.1. Procedimiento para la planificación de mantenimiento preventivo.

Se describen los procedimientos y requisitos necesarios para un plan de mantenimiento preventivo con sub etapas secuenciales, en la siguiente figura:

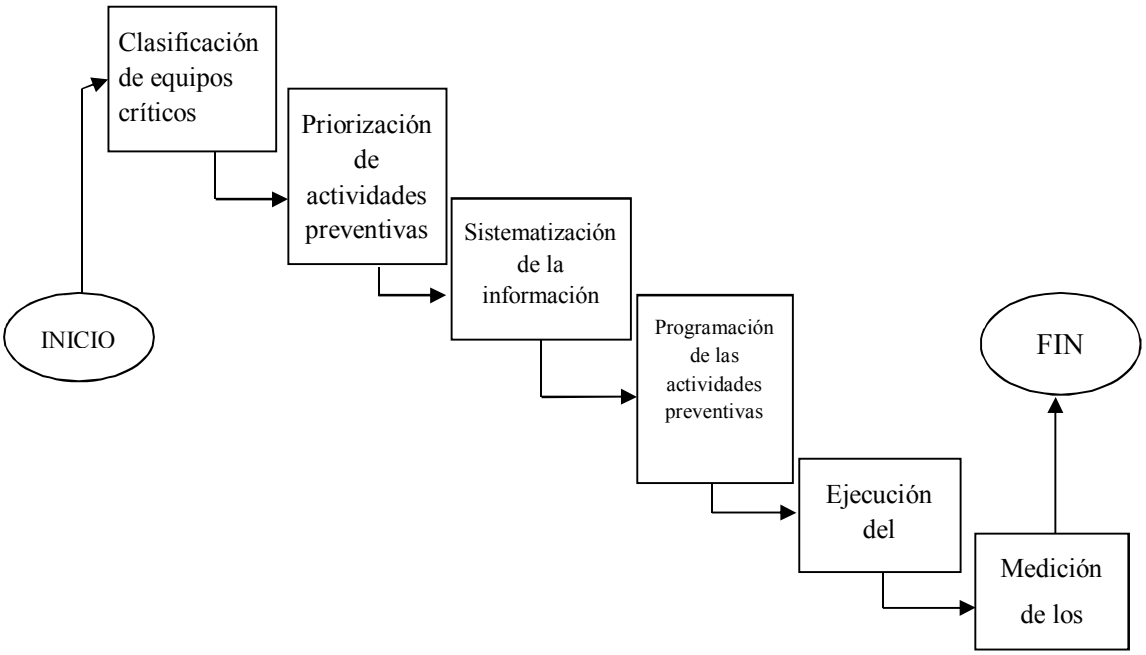


Figura 6-3. Diagrama de flujo de proceso de planificación del mantenimiento preventivo en equipos críticos.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

El plan de mantenimiento basado en el análisis de falla es considerado como estrategia para los equipos críticos que interviene el personal propio del Departamento de Mantenimiento hospitalario. A continuación se describe el procedimiento en cada una de las seis (6) sub etapas del mencionado plan de mantenimiento preventivo:

- Clasificación por el nivel de criticidad. El procedimiento se fundamenta en la estrategia de mantenimiento centrado en la confiabilidad *RCM* y varios criterios de especialistas de mantenimiento basado en el riesgo, de la siguiente manera:

a) Delimitación del estudio de las áreas de intervención a considerar. Se describe la importancia y razón de ser de cada una de las especialidades de servicio, mediante el análisis de documentos existentes y criterios del personal.

b) Definición de la importancia de cada equipo. Se analizan fuentes documentales y normativas vigentes de categorización de equipos biomédicos tales como la OMS, ECRI, Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos GMDN, entre otros.

c) Estructuración de una lista de equipos seleccionados mediante inventario. El mencionado documento debe tener al menos; código de equipo, nombre, marca, modelo, serie, y cantidad de equipos por área.

d) Resumen de equipos del inventario. Se estructura una lista que entrega información como: cantidad de equipos, código, descripción técnica del equipo, área de servicio y personal de mantenimiento.

e) Información relevante del funcionamiento de cada equipo seleccionado. Se reúne información necesaria para dar respuesta a las características técnicas, especialidad de los técnicos, tiempo medio de funcionamiento, y aspectos a tratar en *RCM*, de cada equipo o grupo de equipos, (Gómez de León F. 1998, p. 30), (Sexto L. 2013, p. 8).

f) Descripción del contexto operacional de los equipos seleccionados. Trata de describir el lugar o entorno de cada equipo seleccionado, ya que sabiendo el contexto de dos equipos iguales, se podría elegir políticas de mantenimiento individuales. Se identifican las necesidades reales de mantenimiento con mejores alcances y políticas adecuadas. Los principales aspectos a tratar son: información técnica del equipo, datos operativos, fallas, causas, efectos, pérdidas, disponibilidad de recursos, políticas de mantenimiento y actividades recomendadas. (Moubray J. 2001, p 22), (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p.2).

g) Resumen de la disponibilidad de recursos. Se lo realiza mediante criterios del personal de bodega o de la coordinación, describiendo el nivel de disponibilidad de recursos. Para ello se necesita de la lista actualizada de inventario de repuestos y materiales, catálogos y manuales del equipo, y el listado del personal por especialidad.

h) Análisis del contexto hospitalario para encontrar y actividades de mantenimiento recomendadas. Para ello el Analista responsable de mantenimiento, con conocimiento en *RCM* y análisis de información las actividades necesarias para

mantenimiento preventivo. El Analista debe ser objetivo y analizar la disponibilidad por componentes de cada equipo, con ayuda de la experiencia, inventarios, catálogos, entre otros documentos. (Moubray J. 1997, p 22), (Sexto L. 2013, p. 8).

i) Aplicación de la metodología de Fennigkon y Smith con Criticidad Total por Riesgo. Con la participación del Analista y un Facilitador, se identifican los factores ponderados, la criticidad total y la consecuencia de los fallos. La evidencia de la clasificación de los equipos es la Lista Jerárquica de Equipos Críticos, compuesta por: área, tipo de equipo, consecuencia, nivel de prioridad, orden de prioridad y tipo de política de mantenimiento.

j) Determinación de la política de mantenimiento adecuada. Se revisan los registros o bitácora del área en estudio, y los equipos bajo contrato externo de intervención. Los valores de consecuencia y frecuencia de falla son los determinantes para establecer la caracterización de criticidad. La política OBM, se aplican a equipos que están bajo responsabilidad externa, pese a que son equipos de gran importancia, (Jezdimir knezevic, 1996, p. 52).

k) Socialización del orden de prioridad que poseen cada equipo. Se comunica mediante reunión de trabajo al personal Técnico y Administrativo del Departamento de Mantenimiento sobre los grupos de equipos críticos, semicríticos y no críticos. La información de la clasificación por prioridad es información relevante, del programa de mantenimiento preventivo de la organización.

- Priorización de las actividades preventivas. En base a lineamientos del mantenimiento basado en confiabilidad, se procede de la siguiente manera:

a) Recopilación de las actividades de mantenimiento preventivo. El Analista debe extraer las actividades preventivas registradas de los equipos críticos y documentación técnica existente. Se clasifican y ordenan por equipos y áreas con el fin de realizar búsquedas inmediatas.

b) Descripción de las características para el estudio *AMEF*. Se diseña o adopta una tabla con los aspectos de la metodología *AMEF* de proceso. Se utiliza la información de la

tabla del análisis del contexto operacional, y se realiza el estudio más detallado por componentes de equipo. Se determinan componentes de mayor cuidado de cada equipo, y los parámetros del análisis de falla deben ser concretos.

c) Determinación de los factores del nivel prioritario del riesgo *NPR*. Se recopilan criterios de Técnicos y sus registros diarios. Se calcula el *NPR* por cada actividad existente de mantenimiento.

d) Ordenamiento de las actividades según el nivel prioritario de riesgo. Se ordena por números *NPR* de mayor a menor por equipo, y luego se agrupa por áreas de servicio.

e) Definición del Índice de Mantenimiento Preventivo *IMP* de las actividades. Se debe considerar el riesgo con el tiempo en días que se destacan las intervenciones. Se ajustan periódicamente los intervalos de tiempo, hasta alcanzar el intervalo de equilibrio.

Ecuación: 5

$$IMP = P_i \frac{t}{T}$$

Se considera entonces t (tiempo transcurrido desde el último mantenimiento), T (intervalo de mantenimiento preventivo) y P_i (nivel de riesgo). Cuando el IMP sea menor, son los más propensos a fallas o riesgosos. Se cree conveniente analizar el IMP por cada actividad. Se puede considerar extender la frecuencia de intervención, si el equipo no es utilizado al 100% y se debe exigir la adquisición de recursos resaltando la importancia de los equipos críticos. (Sánchez M, Cruz A & Rodríguez E, 1997 p. 6).

f) Documentación de las actividades ordenadas por número prioritario de riesgo. La evidencia del proceso de priorización es la Lista Ordenada de Actividades Preventivas de mayor a menor *NPR*. Se describen los aspectos para el cálculo del IMP, las actividades y los equipos respectivos de un área para cierto período. (Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p. 32).

- Sistematización de la información. Se considera los lineamientos adecuados para implementar la gestión de mantenimiento asistido por ordenador GMAO, procediendo de la siguiente forma:

a) Estudio preliminar sobre la implementación de herramientas informáticas para el proceso de mantenimiento. Mediante una reunión con el personal técnico y de programación de actividades del departamento, se analiza el incremento de información; documentos, equipos y recursos. Demostrar que aspectos de información son manejables con los recursos actuales y qué se podría buscar como alternativa al alcance del poder adquisitivo de hospital en estudio.

b) Reunión de socialización de la gestión del mantenimiento asistido por ordenador. Con la participación de un especialista en *GMAO,* se informa al personal sobre algunas opciones de *GMAO* que tengan aplicación en el contexto hospitalario. Se establecen los objetivos del departamento, en cuanto a la necesidad de sistematizar la información. Se mide el nivel de conocimientos en sistemas de *GMAO* y los tipos de herramientas existentes.

c) Selección, adquisición e instalación de SGM pro. SGM pro es una herramienta adecuada para el contexto en estudio, y se lo debe adquirir con el cumplimiento de las normativas de adquisición vigentes. Se debe exigir actualizaciones y herramientas necesarias, para que se adecúe al proceso. Se exigen manuales de uso e instalación como también la asesoría técnica y el respaldo debido. La contratación del servicio deberá incluir la capacitación respectiva al personal. La instalación se lo realiza en un ordenador que cumpla las características y disponga de un servidor en común.

d) Instrucción al personal de planificación sobre el manejo de herramientas *GMAO*, caso práctico; software SGM pro. Para cada sesión de capacitación, se requiere de la instalación adecuada de internet en los computadores bajo el mismo servidor, y cumplir con los mínimos requisitos de software y hardware. El Tutor debe presentar los temas, metodologías y manuales a ser empleados en cada sesión de trabajo. Se debe comprobar la asistencia del personal y su participación en el proceso.

e) Asignación de responsabilidades para la aplicación de SGM pro. Los Líderes de cada especialidad, tienen la responsabilidad del manejo de las siguientes herramientas: Equipos, Ubicación Técnica, Componentes, Estrategias, Técnicos. Dependiendo de la magnitud de cobertura, se puede delegar a un solo programador instruido en el manejo de los módulos de SGM pro, que debe usar información clasificada y

priorizada. El Encargado de bodega podrá responsabilizarse de la ejecución de la herramienta; Repuestos, pudiendo establecer como base de información el inventario de su dominio. Los Líderes o Coordinadores de cada especialidad tienen la asignan actividades por semana, para cada Técnico. Los Técnico del proceso de *MPP*, tiene la responsabilidad de crear documentos editables de cada orden de trabajo. Se puede hacer la OT a mano, si ocurren diversos inconvenientes en el manejo de SGM pro.

f) Recopilación de la información de los equipos, actividades y recursos. Los Líderes de grupo deben reunir documentos tales como el inventario o la lista de equipos críticos, así también la lista de repuestos, actividades ordenadas, y del personal técnico disponible para las intervenciones.

g) Autentificación del usuario SGM pro. Trata del ingreso a los módulos operativos del programa de tipo *CMMS* o *GMAO*, y se los evidencia únicamente; ingresando la clave correcta, entregada por el proveedor. Se puede cambiar la contraseña a conveniencia de los Técnicos encargados.

h) Transferencia de la información de las áreas de servicio hospitalario. Se realiza la sistematización mediante la herramienta "Ubicación Técnica" del módulo de Gestión de SGM pro. Se codifican las áreas de servicio las cuales son consideradas como ubicación técnica de mantenimiento. Las áreas de servicio deben identificarse mediante un código de tres (3) letras alfabéticas mayúsculas.

i) Transferencia de la información de los equipos e instalaciones. Se realiza la sistematización mediante la herramienta "Equipos" del módulo de Gestión de SGM pro. Se puede identificar a los equipos mediante un código numérico existente en inventario, lo que el software permite el ingreso de números hasta de cuatro (4) cifras. La información requerida es la del inventario de quipos.

j) Transferencia de la información de los Técnicos. Se desarrolla la sistematización de la información mediante el uso de la herramienta "Técnicos" del módulo Gestión de SGM pro. Se debe tener en claro la especialidad de cada Técnico, datos informativos y las competencias en un listado previamente diseñado.

k) Transferencia de la información de los componentes de los equipos. La sistematización se realiza mediante la herramienta "Componentes" del módulo de Gestión de SGM pro. Se asigna el componente al equipo que corresponda.

l) Transferencia de la información de repuestos de los equipos e instalaciones. La sistematización se realiza mediante la herramienta "Repuestos" del módulo de Gestión de SGM pro. Para la aplicación se menciona cierta información técnica de los repuestos como; código o descripción, costo, stock mínimo, stock real, pudiendo elegir las unidades de medida.

m) Transferencia de la información de las actividades preventivas de mantenimiento. La sistematización se realiza mediante la herramienta "Estrategias" del módulo de Gestión de SGM pro. La información que se sistematiza es la descripción de la actividad, frecuencia, duración, tipo de actividad por especialidad, y almacenar documentos de los protocolos o procedimientos de mantenimiento.

El software permite revisar y editar la información sistematizada, generando reportes en documentos en formatos editables.

- Programación de las actividades preventivas. Se considera establecer lineamientos de la programación de actividades y la gestión de recursos de tiempo, procediendo así:

a) Definición del grupo de actividades a programar. Se agrupa las actividades en función de cada Técnico responsable. Se define un período de estudio el cual se recomienda realizar uno por cada técnico en el mes para poder evaluarlo independientemente.

b) Determinación de los componentes para estimar tiempos de mantenimiento. El Analista debe recopilar criterios de estimación de tiempos a los Técnicos especialistas, los cuales serán los que intervienen en las actividades preventivas. Se puede usar bases de datos registro de tiempos medidos en hospitales similares, fabricantes y empresas de mantención. El tiempo de mantenimiento (TTM) está conformado por: tiempo de traslado al área (TT), tiempo de admisión de repuestos (TA), tiempo para realizar la Orden de Trabajo (TR) y tiempo de intervención (TI). (González Payá J. 2009, p. 237).

c) Información sobre las metodologías de programación de actividades. El Coordinador del departamento debe informar a los Líderes y Técnicos sobre el uso de metodologías de diagrama de red caso práctico *PERT/CPM* como la más adecuada para el contexto hospitalario. Se capacita al personal sobre la obtención de la ruta crítica y los tiempos mínimos de intervención mediante el uso de DS for Windows 2, por la facilidad y rapidez que se requiere generar al proceso.

d) Definición de las limitaciones de ejecución o razones de aplazamiento de actividades. Se describe el déficit de materiales, herramientas y disponibilidad del personal que afecta al desarrollo de la intervención. Se establece un orden del listado de actividades según la urgencia que demande en índice *IMP*. Las actividades excluidas forman parte de un informe de reportes, que el Analista realiza, justificando documentadamente las razones de no intervención.

e) Determinación de la secuencia de realización de las actividades preventivas. Se diseña una lista compuesta por actividades importantes bajo responsabilidad de un Técnico en particular, durante un período corto de tiempo. Las actividades caracterizadas por la suficiencia de recursos, urgencia de ejecución y ningún impedimento son consideradas como precedentes, y son importantes para la determinación de la ruta crítica. (Paramés Montenegro C. 1988, p. 164), (Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, 2000, p. 122).

f) Aplicación de la programación de actividades mediante método *PERT/CPM*. Mediante el uso de DS for Windows 2, como herramienta apropiada, se ejecuta la herramienta, Programación *PERT/CPM*, para elegir el tiempo simple estimado, ver una de las formas de usar en el ANEXO G. Se destaca la tabulación de la secuencia inicial de las actividades, las actividades precedentes, la ubicación de los tiempos y secuencias, la determinación de la ruta crítica y los tiempos mínimos y las holguras para elegir la nueva secuencia.

g) Enlistado de actividades con secuencia recomendada. Se considera los valores de las holguras y la nueva secuencia debe ser gestionada su realización inmediata.

h) Definición del cronograma de actividades mantenimiento preventivo. Se gestiona la información mediante el uso de la herramienta Plan de Mantenimiento del módulo de

Reportes de SGM pro. Principalmente se trata de definir, la fecha de inicio y la frecuencia adecuada de cada actividad en un período determinado. Se proyecta la realización de un grupo de tareas preventivas de una determinada área de servicio, y mediante enlaces se designa las responsabilidades y los recursos. El cronograma puede presentarse anualmente de un grupo de actividades distribuidas en horas por semana. Mediante la herramienta de "Asignación de Recursos", se determinan las tareas semanales para cada técnico anticipadamente, se debe coincidir con el cronograma vigente.

Para la programación de actividades se considera el cronograma de mantenimiento vigente y el Fondo de Tiempo Total *FTT* que debe repartirse en fracciones de tiempo, la selección de las fracciones depende de cada organización, y para actividades preventivas se considera un 60% de fondo de tiempo anual, (Cruz A. M. 2012, p.163). Con esta premisa se puede retrasar o adelantar la realización de actividades, a más de considerar la existencia de recursos y el funcionamiento del equipo.

- Ejecución del mantenimiento preventivo planificado. Se considera el procedimiento de intervención de mantenimiento hospitalario y recomendaciones de autores obteniendo lo siguiente:

a) Determinación del horario de intervención de mantenimiento en el área de servicio hospitalario. Se debe averiguar y registrar que horario de atención y cuando existe disponibilidad para dar apertura al servicio de mantenimiento.

b) Información de la ruta crítica al personal responsable asignado. El Analista o Programador encargado, se encarga de informar a los Técnicos de intervención las actividades que deberán cumplir con agilidad.

c) Visita técnica previa a la intervención. Los Técnicos pueden revisar las diferentes actividades semanales, mediante la herramienta; Asignación de Recursos de SGM pro y con ello anticiparse a los acontecimientos. El Técnico puede realizar una visita previa, registrar en una agenda los diferentes aspectos o factores que podrían complicar la intervención. Se debe anotar las diferentes necesidades de herramientas y recursos tanto materiales como humanos para evitar insuficiencia de recursos.

d) Emisión de la orden de trabajo *OT*. La responsabilidad de la ejecución de la orden de trabajo, compete a cada Técnico encargado por intervención preventiva. Se entrega impresa la orden de trabajo, mediante la recopilación de la información, en donde se debe incluir la fecha y hora exacta de la emisión de forma automática. Se debe utilizar el mismo formato de la organización o recomendaciones de normativas ECRI. Se define qué horario del día es más factible realizar la intervención.

e) Petición de recursos en bodega. El Técnico responsable debe solicitar la ayuda de personas necesarias, repuestos existentes en bodega, elementos de protección y seguridad, herramientas, y el tiempo a emplearse. La petición se lo realiza en horarios establecidos que deben estar controlados, e informar la asistencia continua del Responsable de bodega. Materiales defectuosos, de mala calidad o no adecuados, deberán ser devueltos inmediatamente, puntualizando la razón por escrito.

f) Traslado al área de servicio asignada para la intervención. El Técnico debe tomar en cuenta la distancia al área de servicio hospitalario e identificar el camino o acceso más confiable. Debe llevar consigo la orden de trabajo y registrar los lugares de mayor dificultad, identificar riesgos y señalizaciones que se encuentran en cada uno de los lugares de intervención.

g) Aprobación de la intervención en el área de servicio hospitalario. Ya en el lugar de trabajo; el Técnico debe identificar al Responsable o Encargado de los equipos, quienes servirán de testigos de la intervención. El Técnico debe mostrar la orden de trabajo y se debe realizar una copia como respaldo de lo realizado. Al no poder intervenir en una actividad perteneciente a la ruta crítica, se debe empezar la siguiente, y reportar la no realizada en el programa SGM pro para informes posteriores.

h) Intervención técnica en el equipo. El Técnico responsable junto con su equipo de ayudantes, si es que lo necesita, deberá cumplir un protocolo de mantenimiento evidenciado en la bitácora de cada equipo. Se debe evitar daños en los componentes y tomar las respectivas precauciones, a lo que compete a cada especialidad de mantenimiento. De no existir ningún tipo de protocolo, se debe proceder a realizar la descripción paso a paso. Se debe constatar la utilización de elementos de protección

y normativas de bioseguridad vigentes. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G.2008, pp. 267-269).

i) Pruebas de funcionamiento. El Técnico debe utilizar al menos uno de los siguientes aspectos para ejecutar la prueba de funcionamiento; experiencia, conocimiento, catálogos de fabricantes, normativas, o criterio de los operadores. Finalizada la prueba de funcionamiento, el personal responsable podrá registrar el tiempo de finalización de la actividad de mantenimiento preventivo. El personal encargado de la manipulación del equipo, debe confirmar la funcionalidad del equipo y generar su visto bueno en la complementación de la orden de trabajo. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 268-271), (Cruz A. M. 2010, p. 152), (Esparza L. 2015, p. 14).

j) Complementación de la orden de trabajo. Se completa la orden de trabajo, con toda clase de observaciones como; retrasos, dificultades encontradas, modos de fallos y desperfectos que pueden considerarse en próximas programaciones. En caso de que el responsable del equipo o instalación intervenida, no haya registrado el tiempo exacto de culminación de la intervención, el Técnico lo podrá hacer de forma adecuada. El Técnico responsable puede firmar la orden de trabajo ya completado y proceder con su aprobación.

k) Aprobación de la orden de trabajo. La firma de conformidad de cada uno de los involucrados en el proceso de mantenimiento preventivo planificado, sirven para que la orden sea aprobada y lista para su archivo. El Técnico debe identificar en qué momento puede hacer válida la aprobación.

l) Señalización y registro de la intervención de mantenimiento preventivo. Se considera en primer lugar la señalización del trabajo desarrollado, mediante las conocidas marcas y etiquetas usadas en la organización, pudiendo informar que el equipo ha sido intervenido y qué es lo que falta hacer. Se lo hace en lugares identificados como visibles y se debe disponer de alguna reglamentación propia a la organización, respetando las señales e indicaciones efectuadas. Se puede usar la del documento técnico del 2012 de la Organización Mundial de la Salud en caso de no existir.

m) Realización de la bitácora de mantenimiento. El Líder de especialidad debe realizar de manera periódica el respaldo documental, lo que varios autores mencionan como

bitácora que describe el mantenimiento realizado en el área de servicio. El Líder de cada especialidad e incluso el Coordinador debe registrar el tiempo medido por cada intervención, como información aglutinante de la bitácora. La copia debe estar en cada área de servicio intervenida, (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 268-271), (Cruz A. M. 2010, p. 152), (Esparza L. 2015, p. 14).

n) Archivo de documentos. Los documentos archivados deben ser encontrados en: estanterías de manera física y encarpetada, base de datos informática, y en los registros diarios del personal. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 268-271), (Esparza L. 2015, p. 14).

- Medición de las actividades. Se procede considerando indicadores de gestión propuestos por especialista (Cruz A. M. 2010, p. 152) y el documento técnico (OMS, 2012, p. 35) establecidos en los siguientes pasos a seguir:

a) Recopilación de los tiempos base. Se busca información de tiempos registrados en el registro de actividades realizadas, tanto en las bitácoras como en los reportes generados mediante SGM pro. Si no existe dicha información, se recomienda tomar muestra, cronometrar o usar registros de actividades, (González Payá J. 2009, p. 233).

b) Cálculo de la duración estimada de las tareas o actividades de mantenimiento. El Analista debe realizar el cálculo del Tiempo DMT_p y para ello se toman como datos al parámetro A_m = tiempo promedio de mantenimiento. Según tabla 1-3 el autor cree conveniente considerar el nivel de mantenibilidad de los equipos, ya que más del 90 % de hospitales generales, disponen de equipamiento médico similar.

Tabla 1-3. Propuesta de clasificación de valores B_m por dificultad en el mantenimiento de equipos biomédicos.

VALORES B_m	GRADO DE DIFICULTAD	Tipo de equipos
Entre 1 – 1,5	ALTA	Equipos electrónicos complejos. Electromecánicos con difícil desmontaje, entre otros
Entre 2 a 2,5	MEDIA	Equipos eléctricos básicos, neumáticos, redes de alimentación de agua y vapor, entre otros.
Entre 2,5 a 3	BAJA	Equipos básicos en mecanismos, iluminación, conexiones eléctricas. Desmontables y con repuestos genéricos de fácil manipulación

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Los diferentes tipos de distintivos se resumen grandemente en electrónicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos, mecánicos de trasmisiones simples y sistemas de vapor. El cálculo se debe realizar por cada tiempo determinado en la programación del mantenimiento, se puede usar la herramienta Excel para un grupo de actividades programadas, (Jezdimir knezevic, 1996, p. 55).

c) Determinación del suplemento de los tiempos. Son los incrementos aplicados al tiempo base, para compensar al Técnico por pérdidas de tiempo en el trabajo, sea por fatiga, necesidades, inevitables y no imputables a lo que retrasos respecta. Suplemento por descanso (Sde; del 5-20%), suplemento por paradas (Spa; 5%) y suplemento por retrasos (Sr; del 3 al 7%), (González Payá J. 2009, p. 238).

d) Tabulación y ordenamiento de los tiempos por grupo de actividad de mantenimiento de cada Técnico. Se utiliza la ruta crítica encontrada en la programación y se vincula el tiempo de duración DMT_{90} por cada actividad. Se debe considerar un período de estudio que va acorde con la programación del establecimiento de salud en estudio.

e) Enlistado de las actividades realizadas y notificadas como pendientes. Mediante la utilización de la herramienta Reporte de actividades de SGM pro, se debe sacar el listado de las actividades realizadas, en espera o pendientes. Los valores calculados de DMTp deben ser tabulados en una lista conformada por solo actividades realizadas, así mismo se vincula los tiempos medidos.

f) Determinación de los indicadores de desempeño del mantenimiento hospitalario (OMS, 2012, p. 34-35). La tasa de cumplimiento de actividades preventivas; la cual es la desviación del número de trabajos realizados vs los programados en total. Refleja el nivel de cumplimiento de actividades mostrando un porcentaje cumplido que debe estar por encima del 90% o 95% para los de alta criticidad. Se debe justificar el % de las actividades no realizadas o en espera pudiendo ser un atenuante para el proceso.

Ecuación: 6

$$\text{tasa de cumplimiento de actividades} = \frac{\#\ de\ actividades\ realizadas}{\#\ actividades\ programadas} * 100$$

La tasa de localización de equipos es la proporción de equipos incluidos en la planificación en un período que no se logra localizar antes del término del periodo.

Ecuación: 7

$$tasa\ de\ localización\ de\ equipos = \frac{\#\ Equipos\ considerados\ en\ el\ MPP}{\#\ Equipos\ del\ inventario} * 100$$

Resultados de la inspección y el mantenimiento preventivo, es el porcentaje de actividades de mantenimiento preventivo planificado en los que se encuentran problemas que afectan el funcionamiento o la seguridad de los equipos. Se considera un P_i como valor alto cuando supera los 100 pts.

Ecuación: 8

$$Resultados\ de\ la\ inspección\ y\ el\ mantenimiento\ preventivo = \frac{\#\ actividades\ de\ alto\ Pi}{\#\ actividades\ programadas}$$

Productividad del mantenimiento preventivo, es una expresión del cociente entre el tiempo medido que un individuo invierte en completar un procedimiento programado y el tiempo de duración de la intervención. Los resultados de las inspecciones individuales se deben sumar y determinar buenos niveles de productividad cuando sean valores positivos, comparándolos entre períodos.

g) Presentación de resultados de tiempos medidos en las actividades preventivas. Se considera la elaboración de tablas que representen los valores medidos de forma general, sabiendo que dicha información forme parte de los informes de actividades planificadas. La información encontrada en cada intervención se analiza y se evalúa para la etapa de control del sistema de gestión.

3.2.2.2. Procedimiento para mejorar el nivel del potencial del personal de mantenimiento.

Dentro del sistema de gestión en estudio, se describen los procedimientos y requisitos necesarios para poder desarrollar planes de capacitación del personal basado en análisis

de competencias del personal. Para mejorar las competencias mediante un plan de capacitación al personal, se establece lo siguiente:

- Información y socialización al personal sobre los resultados del proceso de evaluación. Mediante la programación de reuniones de socialización o avisos informativos escritos, se exponen los resultados de la evaluación y se traza el camino a seguir en el proceso de capacitación. La reunión debe ser elegida por la comisión evaluadora con el personal evaluado y el de coordinación del departamento. Se reciben sugerencias de temas en sobre capacitación y se establece la disponibilidad del personal para hacerlo.

- Determinación de los objetivos de la capacitación. Se trata de definir con el grupo que debe ser capacitado, los resultados que quieren alcanzar para con el proceso de capacitación. Los resultados se orientan a satisfacer algunas condiciones en las que se realizan algunas actividades o comportamientos y el nivel necesario de competencia. Se determinan las diferencias individuales de aprendizaje, para poder alcanzar resultados satisfactorios. Se debe considerar las falencias de los aspectos de competencia tratados, reuniendo en una lista al personal que coincide en resultados, o que necesitan más de ayuda.

- Especificación del contenido y los medios para la capacitación. Se debe determinar los aspectos y elementos de las competencias que se pueden capacitar, y los encargados para hacerlo, son quienes mejor conocen el trabajo y sus exigencias. Se prioriza la realización de las capacitaciones de acuerdo a un orden empezando por los recursos disponibles, luego con los que se puede conseguir, y por ultimo las que necesitan de especialistas externos.

- Recopilación de fuentes de información o entidades de educación. Se conforma una lista de las instituciones, o profesionales existentes dentro o fuera de la organización hospitalaria, que puedan ser potencialmente utilizados para capacitaciones.

- Determinar las condiciones particulares del aprendizaje. Para ello se puede considerar el caso de resolver problemas, el método de enseñanza debe ser hincapié, en los criterios de pensamiento/razonamiento, más que en la memoria mecánica.

- Diseño de un cronograma de capacitación. Mediante metodología de programación gráfica Gantt, se proyecta los períodos de tiempo por fechas de realización. Se debe procurar que las actividades de capacitación no interfieran en las actividades de mantenimiento planificadas.

- Diseño del plan de capacitación del personal técnico y administrativo del departamento. El plan contiene; introducción, base legal, objetivos, políticas, análisis de resultados de autoevaluación del personal, plan de formación estratégica, acciones de formación, presupuesto, calendario de actuación y criterios de evaluación. También se recomienda elaborar el listado de asistencia y control de resultados, sabiendo que se necesita evidenciar evaluaciones, tanto al personal capacitado como a los que capacitaran. Se puede regir a los formatos de elaboración de planes de capacitación que dispone la institución hospitalaria en estudio.

3.2.2.3. Procedimiento para adecuación de la documentación del proceso de mantenimiento preventivo planificado.

Dentro del sistema de gestión en estudio, se describen los procedimientos y requisitos necesarios para adecuar la documentación del proceso de mantenimiento preventivo planificado, considerando el análisis de documentación. Para ello se menciona lo siguiente:

- Selección de las principales deficiencias de la documentación y descripción del proceso en el *MP*. De los hallazgos encontrados en el Análisis Documental, se requiere identificar factores o aspectos que mermen la logística del proceso de *MPP*,

y sean causantes de diversos retrasos. El personal de coordinación del departamento podrá seleccionar las principales deficiencias.

- Recopilación de criterios técnicos para mejorar la documentación y descripción del proceso de *MP*. Se identifican posibles soluciones y modificaciones al proceso actual, con la participación de los coordinadores y personal administrativo de la organización. Es conveniente socializar en una reunión a todo el personal involucrado en el proceso, y poner en evidencia los normativos existentes y que es lo que se puede adecuar.

- Diseño del diagrama de flujo del proceso de *MP*. Se trata de resumir o simplificar el proceso, de manera que pueda ser entendido por la organización y se definan los participantes con las responsabilidades dentro del proceso de *MP*. El diagrama de flujo de proceso debe cumplir con las reglas básicas de ejecución y simbología. Se debe al menos describir de manera general las principales responsabilidades del personal Técnico y Coordinadores del departamento de Mantenimiento.

- Socialización del proceso de *MPP* actualizado. Mediante reuniones o notificaciones por escrito se acerca al entendimiento de los participantes. Se debe informar sobre el manejo de la documentación dentro del departamento, y considerarlo para que sustente el proceso de acreditación.

- Desarrollo de un plan de mejora. El Coordinador debe elaborar un plan de actividades de mejoramiento del proceso de mantenimiento preventivo planificado, debiendo especificar los cambios necesarios a la documentación y su implementación adecuada. En el plan de mejora se definen los problemas, causas, objetivos a alcanzar, acciones de mejora, beneficios esperados, período estimado de realización, presupuesto y responsables de ejecución y seguimiento.

3.2.3. Implementación del Sistema de Gestión para MPP en equipos críticos.

Esta etapa tiene como objetivo implementar el sistema de gestión para *MPP* en equipos críticos que interviene el personal Técnico del Departamento de Mantenimiento.

La implementación es el cumplimiento de los planes diseñados de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagnóstico. El plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de falla tiene estructurado su secuencia de forma completa ya que este tiene a bien resolver la mayor parte de los problemas del objeto en estudio. Los planes de mejora y capacitación pueden formar parte en la implementación según sea el caso, y aquellos son debatidos en sesiones de trabajo. Se menciona las siguientes características para una correcta implementación del sistema de gestión para MPP en equipos críticos:

- Comprometimiento de la alta dirección y de los recursos humanos. No se puede implementar un sistema de calidad sin un real compromiso de todos. Para lograr la implementación con buenos resultados se requiere del liderazgo de la alta gerencia y la participación del personal, con enfoque al cliente, y análisis de los procesos. Por tal motivo se realiza un esquema de participación auténtica con el fin de transformar la cultura, estructuras y sistemas de trabajo del departamento en estudio. Luego se comunica lo que se busca hacer y sumar al equipo de trabajo resaltando los logros y metas que se quiere alcanzar y compartirlos con todo el personal. Se necesita establecer compromisos de tipo administrativo y logístico, tanto del personal del Departamento de Mantenimiento como de las autoridades de manera documentada.

- Identificación de las expectativas de las áreas de servicio intervenidas. Las áreas de servicio hospitalario esperan calidad en las intervenciones de mantenimiento, por ello se debe identificar falencias en recursos usados en las intervenciones y pruebas de funcionamiento. Se puede optar por la aplicación de las cinco (5) preguntas de Drucker para mejorar la calidad en las intervenciones de mantenimiento, y determinar, (Cruz A. M. 2010, p 87), (Sexto L. 2013, p. 23).

- Determinación del tipo de cultura organizativa. Para ello se considera la aplicación del modelo teórico AGIL de Parsons (1951), ya que se refiere a la adaptación, el

logro de metas, la integración y la legitimidad. Se puede usar también el modelo Deal y Kennedy (1985), que toma en cuenta el nivel de riesgo ante el entorno y la rapidez con que se conocen los resultados de una acción, (Castellanos Cruz, R. 2007, 76).

- Designación de los responsables y capacitación. Cada procedimiento del sistema de gestión propuesto, indistintamente del camino trazado, demanda de la participación del personal tanto Técnico como Administrativo de Mantenimiento. Las responsabilidades del personal en el desempeño debe ser comunicada y encaminar un plan de capacitación si es necesario. Se prefiere trasmitir los nuevos roles y conocimientos a través de la participación en talleres, tratando los aspectos más trascendentales para la gestión de recursos e intervenciones técnicas de mantenimiento hospitalario. Se designan también los valores necesarios para fortalecer el liderazgo dentro de la organización, (Goldsmith J. y Cloke K. 2001, p 43), (Romero J. P. 2006, pp. 76-87).

- Determinación del punto de partida. Con todo lo analizado en los procedimientos anteriores, se recomienda usar la metodología FODA para definir los posibles impedimentos (amenazas, debilidades), o las pautas para evitar errores (fortalezas y oportunidades). Si es necesario se realizan entrevistas, observaciones o revisiones de registros de intervención, con la participación de varios criterios.

- Redacción del direccionamiento del sistema de gestión para el *MPP* de equipos críticos. En un documento se menciona ¿qué? es lo que se va a hacer, para lograr los resultados esperados en el mantenimiento preventivo planificado de equipos críticos. Dicho documento consta de: políticas, medios, compromisos, ajustado a la dimensión de la organización, y debe escribirse en forma concisa y concreta, reflejando el comprometimiento de la alta dirección y de los recursos humanos.

- Redacción del manual de procedimientos. En este documento se detalla ¿cómo? se van a llevar a cabo los compromisos registrados en el direccionamiento del sistema de gestión para el *MPP* de equipos críticos. Se describen desde los procedimientos generales del Departamento de Mantenimiento, hasta los específicos de cada participante en las intervenciones preventivas.

- Medición de la calidad de implementación. Se puede definir aspectos a considerarse evaluables, como por ejemplo el nivel de compromiso, liderazgo, congruencia, autenticidad, entre otros. Es necesario realizar diagnósticos permanentes con diferentes criterios y metas cada vez más rigurosas, encontrando mayores esfuerzos para alcanzar la calidad deseada. (Goldsmith J. y Cloke K. 2001, p 43), (Romero J. P. 2006, pp. 76-87).

3.2.4. Control de los resultados.

Esta etapa tiene como objetivo; controlar los resultados obtenidos en cada camino de gestión seleccionado, mediante la representación de resultados de la implementación del sistema. Los principales indicadores se definen en el proceso de diseño, sabiendo que los resultados que se requiere controlar deben ser globales, considerando que la institución hospitalaria debe cumplir con normativas, o documentaciones técnicas de entes expertos en el control de la gestión hospitalaria como la Organización Mundial de la Salud.

Principalmente el plan de mantenimiento basado en el análisis de falla describe en la etapa de diseño la forma de medir y controlar los resultados, pero se cree conveniente considerar el siguiente procedimiento para establecer lineamientos generales para una aplicación del sistema completo, con la implementación de todos sus caminos de gestión:

- Determinación de las responsabilidades para el control de resultados. Se considera la vinculación de las diferentes áreas de servicio, las cuales se orientan a verificar los trabajos realizados de mantenimiento dentro de sus instalaciones. Los roles de control se dividen principalmente en métodos de control de tiempos de intervención, nivel de calidad, bioseguridad y cumplimiento de normativas. Se debe controlar más a fondo los costos generados por los recursos adquiridos y las intervenciones de mantenimiento, pero para ello se necesita de una estrategia integral.

- Definición de los indicadores de gestión y el estándar a cumplir. Mediante reuniones del personal, se definen los estándares considerados como características comunes de medida, por los criterios que proponen sus alcances bajo responsabilidades establecidas, (Cruz A. M. 2010, p. 178). Se consideran principalmente los indicadores de gestión recomendados por documentos técnicos de OMS o benchmarking con otras organizaciones o normativas de salud. Varios autores destacan indicadores especializados en la ingeniería de la confiabilidad y el mantenimiento para el uso hospitalario, se puede encontrar algunos ejemplos de ello en el ANEXO H. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 241), (Aranaz J, Aibar Remón, Vitaller Burillo & Mira Solves, 2008, p. 23), (OMS, 2012, p. 34-36) (Cruz A. M. 2010, p. 176-179).

- Gestión de la información generada en el diagnóstico y la medición de resultados del proceso de MP. Para ello se recomienda estructurar una base de datos confiables, mediante el manejo adecuado de documentos técnicos, que describan los recursos utilizados en intervenciones realizadas y no realizadas. Se considera como información importante y representativa, a lo medido después de la ejecución de las intervenciones de mantenimiento. Todos los tiempos y la cantidad de actividades de mantenimiento programadas y ejecutadas, deben ser clasificadas por equipos y por áreas de servicio. Se debe priorizar la utilización de herramientas informáticas y el adiestramiento y la capacitación debe ser fundamental.

- Realización del informe del resultado de los indicadores. Para ello se determina cada qué tiempo se presentará los resultados obtenidos a Gerencia. Los informes son considerados como la descripción escrita del estado actual mediante la presentación de resultados, lo cuales deben conformar un historial del equipamiento. Los resultados emiten criterios, que van desde nuevas políticas de mantenimiento, cambio de estrategia y finaliza en la baja de un equipo del inventario mediante métodos cuantitativos. Los indicadores permiten emitir un resumen detallado y consolidado de hoja de vida ver ejemplo en ANEXO H. Se considera también la utilización del factor $R_{use,}$ para recomendar la eliminación del equipo del inventario. (Cruz A. M. 2010, p. 178). Se considera adaptar o crear el respectivo modelo de informe dentro de la organización, que al menos debe poseer: el área de servicio, el equipo o grupo de equipos, Técnicos responsables, número o código de informe, estándares

establecidos, medidas, desviaciones, observaciones, conclusiones y recomendaciones. (Sanz Cerrada J. Gil González A. 1996, p. 134), (Cruz A. M. 2010, p 179).

- Información y archivo de resultados. El Coordinador del departamento informa sobre el resultado del análisis de los indicadores, poniendo en conocimiento en donde se tiene que mejorar y considerando los posibles puntos de vista del personal. Los informes se archivan en respaldo digital o impreso, pudiendo disponer como información disponible en el departamento, y las áreas administrativas.

- Comparación de resultados de los indicadores obtenidos con los establecidos en el estándar. Mediante una reunión precedida por el Coordinador del Departamento de Mantenimiento, se analiza el estado de los estándares para cada indicador. Si el indicador es menor que el estándar, se recomienda mejorar; de lo contrario se debe realizar un estudio de las posibles dificultades y proponer un diagnóstico situacional. (Cruz A. M. 2010, p. 179).

- Identificación de los factores que deterioran los indicadores. Se considera realizar un análisis de resultados, tomando en cuenta varios aspectos que tienen que ver con la planificación, desempeño del personal, manejo de recursos, información y equipos. Se seleccionan los aspectos y factores que probablemente podrían servir como fuente de pérdidas, de manera que se los pueda precisar cualitativamente, de ese modo poder enrumbar al cumplimiento de mejores metas con la realización de planes de mejora. (Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. 2008, p. 241), (Cruz A. M. 2010, p. 179), (*OMS*, 2012, p. 34-36).

3.3. Conclusiones del capítulo

Se diseñó una metodología integral, cíclica, capaz de resolver los problemas de planificación, capacitación del personal, y manejo adecuado de herramientas y recursos de gestión. Se fundamentó con la definición de una teoría básica dentro del contexto,

una base metodológica y la caracterización del objeto de estudio. La aplicación del sistema debe cumplir con buenos resultados en los parámetros del programa de mantenimiento tales como localización de equipos, competitividad del personal, cumplimiento de actividades programadas, fiabilidad de equipos y eficacia del programa de mantenimiento.

De las etapas del sistema de gestión se consideran al diagnóstico de la situación actual como parte referencial en la definición del diseño de los caminos de gestión de mantenimiento, a través de los procesos de auditoría, evaluación del personal y análisis documental. El diseño tiene que ver con la configuración metódica, en busca de soluciones inmediatas para la conformación de los requerimientos de planificación del mantenimiento preventivo con resultados sustentables.

Para todas las sub etapas del diagnóstico de la situación actual e incluso la implementación y control de resultados, es necesario que la participación del personal sea activa. Cada procedimiento establece un vínculo comunicativo entre el personal. Se considera la capacitación en áreas que necesiten de mejora en su proceder. Se realizan documentos e informes que evidencien resultados de la gestión del mantenimiento.

Por último se destaca la vinculación del estudio por componentes de equipos, lo cual lo hace menos subjetivo que las metodologías que gestionan los recursos de forma general, que no consideran la disponibilidad real de los recursos existentes en el hospital.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo del presente capítulo es aplicar el sistema de gestión para Mantenimiento Preventivo Planificado *MPP* en equipos críticos de determinada área de servicio del Hospital Provincial General Docente Riobamba *HPGDR* y presentar los resultados alcanzados de la aplicación. Para la muestra de la investigación actual, se toma en cuenta las competencias del personal, documentación del proceso y el plan de mantenimiento que forman parte del *MP*.

Se elige a Neonatología como una de las áreas importante para el cuidado de la salud de los infantes, y su servicio obedece a una gran demanda y sensibilidad de pacientes. Posee una gran parte de equipos críticos los cuales son considerados en el programa de mantenimiento preventivo. Se consideraron un total de 64 equipos e instalaciones en un período mensual, con actividades existentes en el programa, y recomendadas por los fabricantes y personal técnico.

4.1. Aplicación del sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado del Hospital Provincial General Docente Riobamba (*HPGDR*).

Se considera la aplicación de los procedimientos desarrollados como metodología del sistema de gestión propuesto, para definir resultados positivos en la planificación del mantenimiento, de manera que se puedan evidenciar soluciones en la gestión. De lo mencionado se tiene lo siguiente:

4.1.1. Situación actual del departamento de mantenimiento del HPGDR.

El objetivo de la primera etapa del sistema de gestión es determinar la situación actual de la planificación, desempeño del personal y documentación del proceso de MP. Los resultados alcanzados de la determinación de la situación actual, se puede verificar y mostrar en las siguientes sub etapas a saber*:*

4.1.1.1. Auditoría interna del mantenimiento al proceso de planificación.

El objetivo es determinar la situación actual del proceso de planificación del mantenimiento preventivo, mediante la definición del nivel de efectividad del mantenimiento.

Se procedió de la siguiente manera:

- Se reunió al personal de mantenimiento de forma general, a la socialización sobre el proceso de auditoría de la planificación de mantenimiento en dos (2) ocasiones, la primera fue el 10/06/2015 y la otra el 11/06/2015.

- Se elaboró un plan de auditoría de mantenimiento que refleja una breve descripción de los recursos utilizados para el desarrollo del proceso.

- Se usó el test de (Espinosa F. 2002) adecuando algunos ítems que estuvieron un poco distanciados de la descripción real del aspecto a evaluar.

- Se obtuvo una aceptación de criterios API/APA: 0,71 y la disponibilidad de auditoría al personal de mantenimiento preventivo fue del 75%, (ver complemento del ANEXO I).

- Se determinaron valores de ponderación a cada ítem de auditoría, los cuales decidieron que los aspectos tengan el mismo peso de 20 pts. considerando a cinco (5) en total. Ver resultados parciales y totales de los hallazgos en la matriz de calificaciones en el ANEXO J.

- Se elaboró un registro de no conformidades, representando en la figura 1.4 un resumen de los hallazgos encontrados vs la meta establecida para con los aspectos auditados.

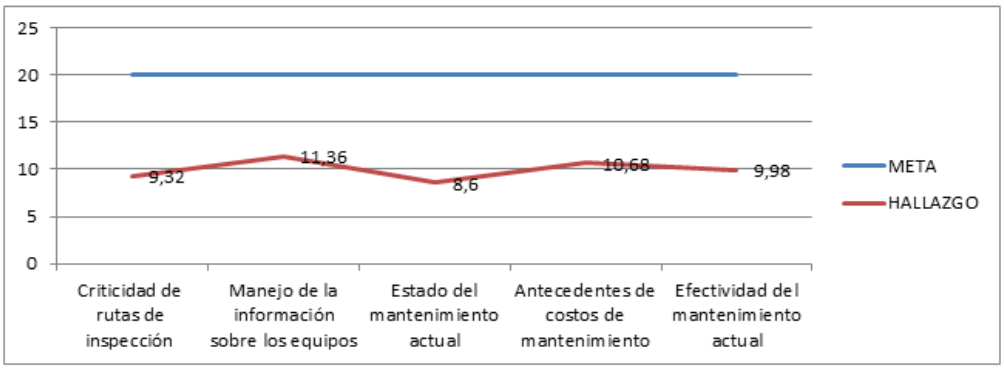


Figura 1.4. Resumen de resultados obtenidos en el proceso de auditoría interna del HPGDR.
Fuente. Auditoría DM-AIM-01, 2015.

- La reunión de socialización fue efectuada un día antes de la realización del informe, con poco personal disponible pero no hubo puntos de vista que resaltaron algún tipo de cambio.

- Se realizó un informe en su primera versión, resaltando los tres (3) niveles; fortalezas, oportunidades e inconformidades

- Se resaltaron posibles riesgos que deberán ser tomados en cuenta para planificar mejoras, lo dicho se resalta en la tabla 1-4:

Tabla 1-4. Resumen de resultados de la auditoría interna realizada al Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

ASPECTOS DE AUDITORÍA	META %	HALLAZGO %	RIESGOS
Criticidad de rutas de inspección	20	9,32	Errores en la planificación de los recursos. Aumento actividades no programadas y equipos fuera de servicio.
Manejo de la información sobre los equipos	20	11,36	Falta de evidencias de respaldo para enfrentar procesos de auditoría y acreditación. No presentación de indicadores medibles de importancia que recomiendan la *OMS*.
Estado del mantenimiento actual	20	8,6	Falta de priorización en actividades. Aumento en los retrasos de las actividades. Repetición de los mismos problemas. Falta de control.
Antecedentes de costos de mantenimiento	20	10,68	Errores en las compras y adquisición de repuestos.
Efectividad del mantenimiento actual	20	9,98	Incremento de las horas extras, falta de control del desarrollo de las actividades,
PORCENTAJE DE RENDIMIENTO	**100**	**49,94**	Problemas severos en la función de la planificación del mantenimiento preventivo

Fuente. Auditoría DM-AIM-01, 2015.

Se notaron los principales inconvenientes encontrados en los aspectos de criticidad de rutas de inspección, estado y efectividad del mantenimiento actual. Por los resultados alcanzados, se concluye que el nivel efectividad del 49,94 % es INACEPTABLE para la gestión del proceso de planificación, dentro del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

4.1.1.2. Evaluación del potencial del personal Técnico.

Se tiene como objetivo determinar la situación actual del potencial del personal de intervención de mantenimiento preventivo, mediante la definición del nivel de desempeño del personal.

Se procedió de la siguiente manera:

- La reunión estuvo planificada para el 06/08/2015 y 07/08/2015 pero no fue realizada sin embargo se consideraron algunos criterios de los coordinadores y Líderes de grupo. En vista que las reuniones no fueron posibles, se definió la implementación de

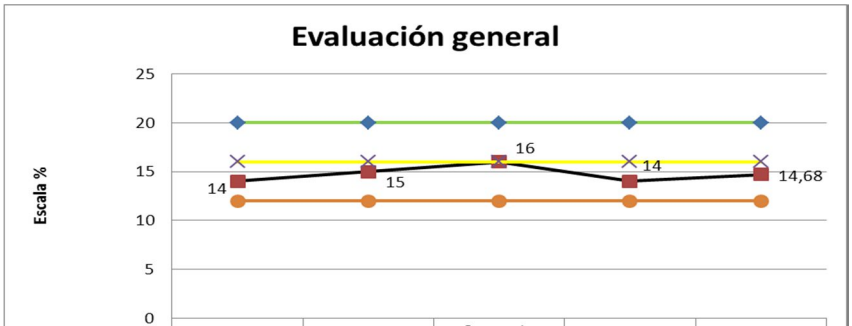
un proceso de Autoevaluación, dentro del departamento con un responsable que procese la información.

- Se utilizó los criterios que propone Spencer & Spencer, y los criterios de evaluación de (Dessler Gary, 2001, p 85.) y (Jean-Paul Souris, 1992). Por pedido del Coordinador del departamento, se adjuntó elementos del conocimiento en Bioseguridad. Ver test y tabla de criterios direccionada a la selección de respuesta por cada nivel de calificación en el ANEXO K.

- No se desarrolló el plan de evaluación del potencial del personal.

- Se contó con un responsable del proceso y la información al personal se realizó sin interrumpir con las actividades cotidianas.

- Fueron ponderados numéricamente los cinco (5) aspectos de forma equitativa para cada comportamiento del personal, ver ANEXO L y los resultados en la tabla 2-4:



	Motivación	Características	Concepto propio	Conocimiento	Habilidad
META	20	20	20	20	20
HALLAZGO	14	15	16	14	14,68
Bueno %	16	16	16	16	16
Malo %	12	12	12	12	12

Figura 2-4. Resumen de resultados obtenidos en el proceso de evaluación del personal del personal del Departamento de Mantenimiento en el HPGD
Elaborado por: Evaluación del personal DM-EPP-01, 2015

- El informe fue desarrollado el 07/08/2015, ver ANEXO M, de manera que se pudo resaltar los hallazgos más relevantes y se recomendó posibles soluciones de desarrollo o capacitación del personal.

- Se resumen los hallazgos y la definición de riesgos encontrados en la evaluación del personal se puede encontrar en la tabla 2-4.

Tabla 2-4. Resumen de resultados de la autoevaluación del potencial del personal realizada al Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

ASPECTOS DE EVALUACIÓN	META %	HALLAZGO %	RIESGOS
Motivación	20	14	Descontento salarial. Acumulación de tareas. Reducción de la calidad de las intervenciones. Bajo cumplimiento de disposiciones administrativas.
Características	20	15	Falta de colaboración a intervenciones emergentes
Concepto Propio	20	16	Baja autoestima
Conocimiento	20	14	Desconocimiento de las normativas de bioseguridad. No utilización de elementos de protección. Aumento de accidentes laborales. Aumento de fallas imprevistas.
Habilidad	20	14,68	Falta de ideas para resolver defectos. Alto nivel de dependencia. Baja polivalencia.
PORCENTAJE DE RENDIMIENTO	**100**	73,68	Problemas moderados en la motivación y conocimiento del personal

Fuente. Evaluación del personal DM-EPP-01, 2015

Por los resultados alcanzados, se concluye con un nivel de desempeño del personal de 73,68%, que es BUENO para el proceso del mantenimiento preventivo planificado, dentro del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*. Se recalca deficiencias en el conocimiento de las normativas de Bioseguridad, y diagnóstico de fallas.

4.1.1.3. Análisis documental del proceso de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP).

El objetivo es determinar la situación actual del manejo de la documentación del proceso de *MPP*, mediante el nivel de cumplimiento de requisitos dentro del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*. Para la realización del análisis documental se necesitó de la participación de un responsable que reúna criterios y documentos existentes, lo cual demuestra dotes de investigador y criterio analítico. Se procedió de la siguiente manera:

- Se reunió documentación existente que describen los procedimientos y requisitos en el ámbito del mantenimiento preventivo.

- Se resalta en el Plan Estratégico Institucional del *HPGDR*, la localización de mecanismos para obtener la acreditación internacional, en la que el Departamento de Mantenimiento se ve involucrado. El Manual de Procedimientos de Mantenimiento Preventivo identificó la descripción de los procedimientos y los planes de capacitación. El Organigrama del Departamento de Mantenimiento resaltó la distribución del personal y las funciones que representan. En el Cronograma Anual de Actividades Preventivas, se revisó el cumplimiento dentro de lo establecido y los horarios de trabajo. En las Bitácoras de Mantenimiento se resaltaron los protocolos de mantenimiento, órdenes de trabajo, y contratos de mantenimiento externo.

- Se procedió a analizar normativas internacionales y documentos técnicos referentes del mantenimiento preventivo hospitalario como los propuestos por *OMS*, *OPS*, *ECRI*, *GMDN* y los criterios de profesionales del medio.

- Se comparó funciones, requisitos, documentos que forman parte del proceso del mantenimiento preventivo planificado.

- Se agrupó los requisitos o características básicas de la documentación para el proceso de *MPP*, en donde se ponderó de manera equitativa las calificaciones, determinando la escala o nivel porcentual del cumplimiento de requisitos documentales. Ver resumen de resultados en la figura 3-4.

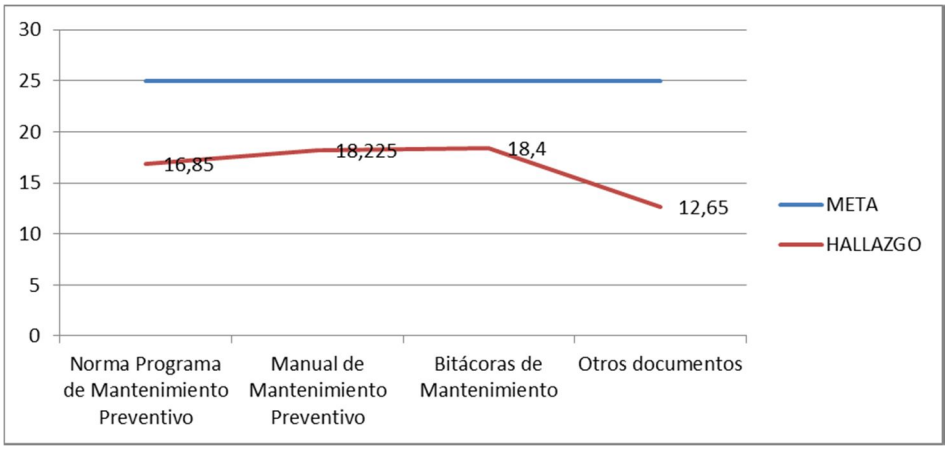


Figura 3-4. Resumen de resultados obtenidos en el proceso de análisis documental del mantenimiento preventivo planificado del *HPGDR*.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Por los resultados alcanzados se concluye con un nivel de cumplimiento de requisitos de 66,68%, es MODERADO para la documentación del proceso de *MPP* en el Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

Tabla 3-4. Resumen de resultados del análisis documental del proceso de *MPP* al Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*

DOCUMENTOS	META %	HALLAZGO %	RIESGOS
Norma Programa de Mantenimiento. Preventivo	25	16,85	Falta de argumentación en las políticas de Mantenimiento. Retrasos en el proceso de asignación de recursos. Selección de software o tecnología informática inadecuada. Falta de evidencia en el control de intervenciones.
Manual de Mantenimiento Preventivo	25	18,225	Faltan argumentos para presentar resultados del control de tiempo y costos. Desorden en la información. Presentación de indicadores no apropiados.
Bitácoras de Mantenimiento	25	20	Falta de argumentos para presentar informe de resultados y medición de parámetros
Otros documentos importantes	25	12,65	Ausencia de indicadores de gestión y comparación de períodos.
PORCENTAJE DE RENDIMIENTO	100	67,75	Problemas moderados en la elaboración de la norma y manual de mantenimiento preventivo. Descripción incompleta de procesos de control y medición de resultados.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

Se resalta las oportunidades de mejora en el manejo de información como; herramientas informáticas, control, medición y presentación de resultados. También se encontró aspectos como la falta de socialización de la documentación existente, errores en el llenado de documentos que se lo describe en el ANEXO N. En la tabla 3-4 se resume los hallazgos y riesgos encontrados en los documentos.

4.1.2. Diseño del sistema de gestión en el plan de mantenimiento preventivo que interviene el personal propio del HPGDR.

Se destacan los principales aspectos diagnosticados como bajos o inaceptables de las tres sub etapas, de los cuales influyen directamente en los parámetros del programa de mantenimiento preventivo, y afecta a las variables directas sea el tiempo y la racionalización de los recursos. Se muestra un resumen integrado resultados:

Tabla 4-4. Resumen integrado de resultados bajos en el diagnóstico de la situación actual.

SUB-ETAPA	ASPECTO CON DIAGNÓSTICO BAJO	PARÁMETRO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	AFECTACIÓN
Auditoría interna de mantenimiento	- Criticidad de las rutas de inspección	Localización de equipos	Tiempo de intervención
	- Estado del mantenimiento actual. - Efectividad del mantenimiento	Fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento	Racionalización de recursos
Evaluación del potencial del personal:	- Formación y conocimientos. - Seguridad. - Motivación. Desempeño.	Competitividad del personal	Tiempo de intervención
Análisis del proceso y la documentación del MPP:	- Descripción incompleta de documentos - Ausencia de indicadores de gestión e información de la programación por actividad.	Cumplimiento de actividades programadas	Racionalización de recursos

Elaborado por: Tenicota A. 2015

Sabiendo que el diagnóstico que reflejó el proceso de auditoría interna del mantenimiento fue el más bajos, entonces se destaca la adopción total del procedimiento del plan de mantenimiento basado en el análisis de fallas, el cual es parte del sistema de gestión propuesto.

4.1.3. Implementación del sistema de gestión en el plan de mantenimiento preventivo que interviene el personal propio del HPGDR.

La propuesta del sistema de gestión abarca tres (3) caminos estratégicos de los cuales, para la presente tesis de grado se tiene como alcance dar solución al diagnóstico más bajo. Los resultados de la auditoría interna fueron los más bajos, y por ello se eligió el plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de fallas, definido por el sistema de gestión para MP. Para obtener los resultados deseados se aplicaron los pasos a seguir en los procedimientos definidos en el capítulo anterior.

La planificación del mantenimiento preventivo se realizó de manera sintetizada en los equipos críticos, de una determinada área de servicio hospitalario. A continuación se describen los resultados obtenidos en cada sub etapa aplicando los procedimientos del sistema de gestión propuesto:

4.1.3.1. Clasificación por el nivel de criticidad.

El objetivo es clasificar según el nivel de riesgo y criticidad a los equipos e instalaciones de un área de servicio hospitalario, que interviene el personal propio del Departamento de Mantenimiento del HPGDR.

Para ello se consideró a los equipos e instalaciones de Neonatología, por la facilidad de acceso de información para establecer el mantenimiento preventivo planificado en donde se procedió de la siguiente manera:

- Se eligió a una persona capaz de gestionar la información y utilizar las diferentes metodologías para el proceso de clasificación de los equipos.

- Se describió la importancia y la razón de ser del área de servicio seleccionada con la participación del personal.

- Se agrupó y seleccionó a los equipos del inventario general. Para ello se utilizó el inventario conformado por todos los equipos de Neonatología.

- Se averiguó qué equipos son de alta complejidad, los cuales responden a programas de mantenimiento externo vs los que el personal propio del Departamento de Mantenimiento interviene.

- Se reunió la información necesaria para dar respuesta a las características del funcionamiento de algunos equipos considerados como importantes. Se recopilaron principalmente aspectos a tratar en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

- Se diseñó una tabla que reúna todas las características importantes para el estudio del contexto operacional, en base a la estrategia *MCC* o *RCM*, ver ANEXO O.

- Gran parte de los repuestos no estaban registrados ni tenían código de ubicación. Con ayuda del servidor responsable de bodega se pudo estructurar la lista de recursos registrados de los equipos seleccionados para el estudio. Se aplicó la normativa *GMDN* de codificación para una muestra del inventario de repuestos y materiales de Neonatología. Se manifestó la no existencia de algunos catálogos y manuales de equipos, por ello se consideró aquellos que si lo tenían, o que al menos se pudieran consultar.

- Se consideraron grupos de trabajo y responsabilidades del personal que gozan de una distribución ordenada por grupos, registrando la disponibilidad por calendarios.

- Los equipos registrados como críticos, con baja disponibilidad de recursos fueron asignadas las políticas IBM. Para los de alta disponibilidad de recursos, con clasificación crítica o media criticidad se identificó la política LBM, se dispone a realizar actividades que recomienda el fabricante y catálogos existentes. Los de política EBM para equipos complejos y críticos con intervenciones de monitoreo y examen del funcionamiento de cada componente, con la apertura de gestionar intervenciones predictivas especializadas. Los que obtuvieron política FBM se consideró a equipos no críticos, y los de OBM a los de mantenimiento externo, y que tienen contrato de garantía vigente. Ver procedimiento de políticas en el ANEXO P.

- Se realizó el análisis de criticidad identificando los factores ponderados, de cada aspecto que mencionan las metodologías seleccionadas. Los factores del servicio según la Fennigkon y Smith, fueron remediados con los factores de productividad CTR para equipos de distribución de vapor e instalaciones no contempladas en normativas.

- Se diseñó una lista que reúne todos los equipos clasificados de mayor a menor nivel de criticidad contemplando las políticas de mantenimiento adecuadas por equipo.

- Se muestra el listado de equipos clasificados por el nivel de criticidad, y fue socializada principalmente a los Líderes de cada especialidad del Departamento de

Mantenimiento. Se considera el orden de prioridad, según los intervalos de; (≥ 50 CTR, como críticos), (entre 25 y 49 CTR, media criticidad) y (< 25 CTR, no críticos). Se representa de manera documental la clasificación de los equipos críticos del *HPGDR* en la siguiente tabla:

Tabla 5-4. Clasificación por criticidad del riesgo en equipos e instalaciones de un área determinada del *HPGDR*

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA									
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			**LISTA JERÁRQUICA DE EQUIPOS CRÍTICOS NEONATOLOGÍA VERSIÓN 1 – 2015**						
Analista responsable:		Aprobado por:					Fecha de aprobación:		
EQUIPOS	FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR	Orden de prioridad	Tipo de política
Unidad de cuidados intensivos	2	10	4	4	8	52	104	1	OBM, LBM
Incubadora neonatal o infantil	2	10	4	3	8	51	102	2	OBM, LBM
Ventilador neonatal	2	10	4	3	8	33	102	3	OBM
Calentador radiante, para neonato.	3	5	4	4	6	30	90	4	IBM
Sistema de rayos X portable	3	5	4	3	6	29	87	5	IBM
Aspirador de secreciones.	3	9	2	5	4	27	81	6	LBM
Banco de Vapor	2	7	4	3	6	37	74	7	IBM
Redes de vapor	2	7	4	4	6	38	76	8	IBM
Sistema eléctrico de fuerza	2	8	4	3	3	38	76	9	LBM
Calefactores	3	7	2	3	3	20	60	10	LBM
Compresor de aire medicinal	1	10	4	5	8	53	53	11	OBM
Redes de gases medicinales	2	5	4	4	2	26	52	12	LBM
Manejadora de aire	2	7	2	4	8	26	52	13	IBM
Baño termostático	3	5	2	3	3	16	48	14	LBM
Redes Hidráulicas	1	9	4	3	6	45	45	15	OBM, LBM
Oxímetro de pulso	2	7	2	4	4	22	44	16	LBM
Monitor de signos vitales	2	7	2	3	4	21	42	17	LBM
Sistema eléctrico de iluminación	3	5	2	2	2	14	42	18	LBM
Electrocardiógrafo	2	6	2	5	4	21	42	19	LBM

Continúa →

Nebulizador	2	7	2	3	3	20	40	20	LBM
Refrigeradora	1	5	4	3	8	31	31	21	LBM
Unidad de fototerapia para infante	2	4	2	2	3	13	26	22	LBM
Negatoscopio para diagnóstico en Imagenología	1	7	2	4	6	24	24	23	FBM
Saturador de Oxigeno	2	3	2	2	4	12	24	24	FBM
Sistema de Relojes	3	3	1	2	2	7	21	25	FBM
Balanza Electrónica	2	3	2	2	2	10	20	26	FBM
Oftalmoscopio	1	6	2	3	4	19	19	27	FBM
Sistema de sonido	1	5	2	3	4	17	17	28	FBM
Televisor	1	5	2	3	4	17	17	29	FBM
DVD	1	3	2	3	4	13	13	30	FBM
Mobiliario	1	2	2	3	4	10	10	31	FBM
Metodologías: - Fennigkon y Smith - Criticidad Total por Riesgo	**Fuente documental:** -(Jezdimir knezevic, 1996) -(Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012), -(*OMS*, 2012), -(Cruz A. 2012) -Apuntes individuales de intervenciones de los Técnicos de mantenimiento del HPGDR. -Catálogos de equipos. -Análisis del contexto operacional de Neonatología HPGDR. -Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos (GMDN 2003). -Inventario General de Equipos HPGDR					**Nomenclatura:** - IO= Factor de impacto en el servicio u operación, - FO= Factor de flexibilidad operacional, - CM= Factor de costos de mantenimiento, - SHA= Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente, - C: Consecuencia de los eventos de falla - CTR: Criticidad Total por Riesgo, - FF: Frecuencia de fallos, FBM (basada en la producción del fallo), - LBM (basada en la vida del sistema), - IBM (basada en la inspección), - EBM (basada en el examen), - OBM (basada en la oportunidad)			

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

4.1.3.2. Priorización de las actividades preventivas.

Se tuvo como objetivo priorizar las actividades del mantenimiento preventivo planificado, de los equipos críticos de una seleccionada área de servicio dentro del *HPGDR*.

Se consideró a Neonatología, porque en esa área existen varios equipos críticos, con mayor disponibilidad de documentación y participación del personal. Se solicitó la información pertinente de bitácoras, inventario y demás documentos de determinada

área, considerando el cronograma anual de mantenimiento para proceder con la planificación. Se procedió de la siguiente manera:

- Se definió los fundamentos básicos para proceder con las metodologías de análisis de fallos, y aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad.

- Se extrajo actividades preventivas de los equipos determinados como críticos, que fueron descritos en la tabla del contexto hospitalario. Se destacan las siguientes actividades por política de mantenimiento:

  Para FBM (basada en la falla); las reparaciones y adecuaciones de componentes.
  Para OBM (basada en la oportunidad); la verificación del funcionamiento y de la intervención externa, chequeos y adecuaciones.
  Para LBM (basada en vida del sistema); los cambios, calibraciones, revisiones, limpiezas y lubricaciones periódicas de componentes.
  Para IBM (basada en la inspección); las inspecciones, mediciones de parámetros de funcionamiento, con actividades de LBM según el estado real de componentes.
  Para EBM (basada en el examen); el monitoreo de condición, análisis y diagnóstico estadístico del funcionamiento de componentes, con actividades de LBM según el estado real de componentes.

- Se diseñó una plantilla del análisis *AMEF* de proceso en una hoja de Excel con la información pertinente a los equipos críticos. Se detalla un ejemplo de aplicación del análisis de modo y efecto de falla, en el ANEXO Q.

- Se desarrolló el cálculo del número prioritario de riesgo *NPR*, el cual fue considerado como equivalente al nivel prioritario del riesgo P_i.

- Se calculó el índice de mantenimiento preventivo *IMP,* y se ordenó de mayor a menor en una lista de actividades descritas en la tabla 6-4.

Tabla 6-4. Ejemplo de lista ordenada de actividades preventivas de equipos críticos del *HPGDR*

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA							
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	**LISTA ORDENADA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS** NEONATOLOGÍA 01/10/2015						
Analista responsable:	Aprobado por:			Fecha de aprobación:			
ACTIVIDAD PREVENTIVA	Equipo-Marca-Modelo	Cantidad de Equipos	Fecha de última intervención	T (días)	t (días)	P_i	IMP
Verificación del funcionamiento de componentes y revisión de resultados de intervenciones externas	Unidad de cuidado intensivo/Olidef CZ/ Matrix S	2	23/06/2015	100	182	288	524
Verificación del funcionamiento de componentes y revisión de resultados de intervenciones externas	Unidad de cuidado intensivo/Fanem-/Multisystem 2051 UCI	1	23/06/2015	100	182	288	524
Verificación del funcionamiento de componentes y revisión de resultados de intervenciones externas	Ventilador Mecánico/ Newport/E100M	2	24/06/2015	99	182	288	529
Verificación del funcionamiento de componentes y revisión de resultados de intervenciones externas	Ventilador Mecánico/ Takaoka /Atlanta	1	25/02/2015	218	182	288	240
Pruebas operativas básicas con revisión de componentes externos	Ventilador Mecánico/ Newport/E100M	2	16/02/2014	592	365	256	158
Pruebas operativas básicas con revisión de componentes externos	Ventilador Mecánico/ Takaoka /Atlanta	1	10/06/2014	478	365	256	195
Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Calentador radiante para neonato/ Drager/ 4200	3	11/04/2014	538	182	256	87
Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Incubadora neonatal, estacionaria/Drager/ 7022	8	16/06/2014	472	182	256	99
Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Incubadora neonatal o infantil/Olidef/SCTI LINE 4	2	20/02/2015	223	182	256	209
Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Incubadora neonatal estacionaria/ Fanem/ C-186 TS	1	21/02/2015	222	182	256	210
Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Incubadora neonatal o infantil/ Hill Med/ HM-36	1	22/02/2015	221	182	256	211
Revisión y ajuste de elementos de banco de vapor y accesorios de tubería.	Redes y banco de Vapor/ Spirax Sarco	1	23/06/2013	830	182	256	56
Limpieza integral externa e interna del equipo con calibración de filtros y lubricación.	Aspirador de secreciones/ Schuco/130	1	24/10/2013	707	365	256	132
Revisión de los componentes eléctricos con calibración y limpieza del mecanismo de grabación.	Monitor de signos vitales/ Contec/ NOVA M	4	20/10/2013	711	182	240	61
Revisión de los componentes eléctricos con calibración y limpieza del mecanismo de grabación.	Monitor de signos vitales/ Mindray/ PM 9000	4	14/06/2014	474	182	240	92
Limpieza y cambio de kit de mantenimiento.	Calentador radiante para neonato/ Drager/ 4200	3	13/02/2015	230	182	240	190
Limpieza y cambio de kit de mantenimiento.	Incubadora/ Drager/ 7022	8	14/02/2015	229	182	240	191

Continúa →

Limpieza y cambio de kit de mantenimiento.	Incubadora/ Olidef/ SCTI LINE 4	2	05/06/2015	118	182	240	370
Limpieza y cambio de kit de mantenimiento.	Incubadora/ Fanem/ C-186 TS	1	06/06/2015	117	182	240	373
Limpieza y cambio de kit de mantenimiento.	Incubadora/ Hill Med/ HM-36	1	17/02/2015	226	182	240	193
Revisión de accesorios y regulación de intensidad	Unidad de fototerapia para infante -Hill Med-HM-photo	3	02/06/2015	121	122	240	241
Revisión de accesorios y regulación de intensidad	Unidad de fototerapia para infante -GE-LULLABY	1	12/02/2015	231	122	240	126
Revisión del funcionamiento de sensores y alarmas.	Calentador radiante para neonato- Drager-4200	3	16/02/2015	227	122	192	103
Revisión del funcionamiento de sensores y alarmas.	Incubadora-Drager-7022	8	12/06/2015	111	122	192	211
Verificación del funcionamiento de sensores y alarmas.	Incubadora-Olidef-SCTI LINE 4	2	-	-	-	-	-
Revisión del funcionamiento de sensores y alarmas.	Incubadora- Fanem- C-186 TS	1	16/02/2015	227	122	192	103
Revisión del funcionamiento de sensores y alarmas.	Incubadora- Hill Med-HM-36	1	17/02/2015	226	122	192	104
Cambio de válvulas	Redes y banco de Vapor-Spirax Sarco	1	18/10/2010	1809	1825	192	194
Revisión de partes mecánicas y condiciones del coche transporte	Aspirador de secreciones.- Schuco-130	1	09/08/2015	53	182	192	659
Limpieza de los componentes internos	Monitor de signos vitales- Contec- NOVA M	4	10/06/2015	113	122	192	207
Limpieza de los componentes internos	Monitor de signos vitales- Mindray- PM 9000	4	21/06/2015	102	122	192	230
Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Calentador radiante para neonato- Drager-4200	3	17/02/2015	226	122	112	60
Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Incubadora-Drager-7022	8	21/08/2015	41	122	112	333
Prueba de operación y funcionamiento, con Revisión y verificación de medidas del ambiente	Incubadora-Olidef-SCTI LINE 4	2	22/02/2015	221	122	112	62
Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Incubadora- Fanem- C-186 TS	1	22/06/2015	101	122	112	135
Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Incubadora- Hill Med-HM-36	1	01/02/2015	242	122	112	56
Calibración y ajustes de accesorios de válvulas.	Banco de Vapor- Spirax Sarco	1	27/04/2015	157	122	112	87
Limpieza y revisión de tuberías y accesorios.	Redes de Vapor- Spirax Sarco	1	28/04/2015	156	122	112	88
Cambio de filtro, revisión de manómetro, regulador y tapa de frasco	Aspirador de secreciones.- Schuco-130	1	29/08/2014	398	365	112	103
Calibración de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigerador/ Haceb/ N13 NF	1	18/02/2015	225	182	112	91
Calibración de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigerador/Kelvinator/ R 350	1	19/02/2015	224	182	112	91
Pruebas de operación y funcionamiento dentro de parámetros establecidos por el fabricante.	Monitor de signos vitales/ Contec/ NOVA M	4	03/06/2014	485	365	112	84
Pruebas de operación y funcionamiento dentro de parámetros establecidos por el fabricante.	Monitor de signos vitales/ Mindray/ PM 9000	4	06/02/2015	237	365	112	172
Revisión de sistema de impresión, ajuste de electrodos, con calibración y programación de parámetros de medida,	Electrocardiógrafo/ Contec/EKG1300	1	07/08/2014	420	365	112	97

Continúa →

Ajuste y calibración de elementos de calentamiento	Calentador radiante para neonato/ Drager/4200	3	08/06/2015	115	122	112	119
Revisión de componentes de módulos de control, sistema de pedales de regulación	Incubadora/Drager/7022	8	09/06/2015	114	122	112	120
Verificación de componentes de módulos de control, sistema de pedales de regulación	Incubadora/Olidef/SCTI LINE 4	2	10/06/2015	113	122	96	104
Revisión de componentes de módulos de control, sistema de pedales de regulación	Incubadora/Fanem/C-186 TS	1	23/06/2015	100	122	90	110
Revisión de componentes de módulos de control, sistema de pedales de regulación	Incubadora/Hill Med/ HM-36	1	30/06/2015	93	122	90	118
Limpieza de componentes externos e internos	Nebulizador/ SAN.UP/3041	1	26/02/2015	217	182	90	75
Limpieza de componentes externos e internos	Nebulizador/ AEBILL VISS/ 3655AX	1	27/02/2015	216	182	90	76
Revisiones periódicas de parámetros eléctricos y estado de componentes	Sistema eléctrico de fuerza	1	28/08/2015	34	61	90	161
Revisión y calibraciones de intensidad luminosa y estado de componentes	Sistema eléctrico de iluminación	1	23/08/2015	39	61	90	141
Limpieza del conjunto piloto, quemadores y partes externas accesibles, con regulación del sistema de encendido	Calefactor/LASKO/CERAMIC 751320	1	20/08/2015	42	182	72	312
Verificación de los parámetros de funcionamiento	Compresor de aire medicinal/EKON /DK50D	1	-	-	-	-	-
Revisión y limpieza	Redes de gases medicinales	1	20/08/2015	42	30	72	51
Limpieza, lubricación de componentes mecánicos rodantes.	Manejadora de aire/McQUAY/RDS804 BY	1	09/04/2015	175	122	72	50
Revisión de parámetros de funcionamiento y calibración del sistema	Baño Termostático/ WATER BATH/ HH-S2	1	10/02/2015	233	182	60	47
Revisión de parámetros de flujo, presión y funcionamiento	Nebulizador/ SAN.UP/3041	1	04/06/2015	119	182	60	92
Revisión de parámetros de flujo, presión y funcionamiento	Nebulizador/ AEBILL VISS/ 3655AX	1	08/02/2015	235	182	60	46
Limpieza de componentes y revisión del estado de funcionamiento de lámpara	Unidad de fototerapia para infante/Hill Med/HM-PHOTO	3	13/08/2015	49	182	60	223
Limpieza de componentes y revisión del estado de funcionamiento de lámpara	Unidad de fototerapia para infante /GE/LULLABY	1	14/08/2015	48	182	60	228

Metodologías:	**Fuente de información:**	**Nomenclatura**:
Cálculo del índice del mantenimiento preventivo.	- (Sánchez, Cruz, Rodríguez, 1997) - (Cruz A. M. 2010). - Catálogos y manuales de mantenimiento de los equipos. - Apuntes del personal de mantenimiento del HPGDR. - Análisis del modo y efecto de falla de equipos de Neonatología. - Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos (GMDN 2003)	- P_i: Nivel prioritario de Riesgo - T: Tiempo mínimo entre mantenimiento preventivo, propuesto por el fabricante o normativas. - Índice de Mantenimiento Preventivo *IMP*

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

4.1.3.3. Sistematización de la información de mantenimiento.

La presente etapa tiene como objetivo sistematizar la información de los equipos y recursos que forman parte del mantenimiento preventivo planificado de un período y área determinada del *HPGDR*. Se eligió al área de Neonatología por la cantidad alta de información fiable pudiendo aplicar herramientas informáticas en los siguientes hechos:

- Con conocimientos básicos en el manejo de la herramienta SGM pro, se informó a gran parte del personal sobre importantes funcionalidades.

- Se estableció una comunicación estrecha con varios técnicos mediante visitas domiciliares, aplicando una demostración aplicativa de SGM pro.

- No se encontró la aplicación de SGM pro personalizada para el Departamento de Mantenimiento por ello se aplicó el software de uso general versión 2015. Se entregó a cada participante el manual de usuario SGM pro y el enlace de ingreso: http://www.mastermix-dj.com:8080/Tesis4-war/faces/Paginas_xhtml/index.xhtml.

- No se realizó un plan de capacitación y ello conllevo a diversas manifestaciones de inconformidad.

- Se utilizó de manera eficaz el módulo de Gestión conformado por herramientas como Equipos, Ubicación Técnica, Componentes, Estrategias, y Técnicos.

- El Encargado de bodega entregó parte de la información del inventario de recursos materiales de su dominio.

- Se utilizó el inventario de equipos, recursos, lista ordenada de equipos críticos, actividades priorizadas y la disponibilidad del personal para la sistematización.

- Se ingresó a los módulos operativos del programa ingresando la clave correcta para un solo usuario.

- Se sistematizó la información de las áreas en total en SGM pro.

- Se sistematizó la información de los equipos en SGM pro.

- Se sistematizó la información de a los técnicos de MPP en SGM pro.

- La selección de cada componente fue adecuada, pero cabe recalcar que se tuvo dificultad al momento de coincidir con los criterios del personal.

- Se sistematizaron algunos repuestos que se evidenciaron en algunas órdenes de trabajo, pero no se pudo definir el stock real.

- Se sistematizaron las actividades de mantenimiento en SGM pro. Parte de las evidencias del proceso de sistematización se encuentran en el ANEXO R.

4.1.3.4. Programación de las actividades preventivas.

La presente sub etapa tiene por objeto programar la ejecución de las actividades preventivas sin restricciones a menor tiempo, en un período y área determinada. Para ello se seleccionó a un grupo de actividades preventivas de alto nivel prioritario de riesgo, con la participación de parte del personal Técnico, procediendo así:

- Se diseñó una lista compuesta por actividades importantes bajo responsabilidad de Técnicos y colaboradores con alta disponibilidad en Neonatología.

- Se tabuló los tiempos promedio que forman parte de la intervención, por cada actividad preventiva bajo responsabilidad de los Técnicos especialistas seleccionados.

- Se informó a parte del personal sobre el fundamento teórico, y los procedimientos para programar mediante *PERT/CPM,* y el uso de herramientas informáticas especializadas DS for Windows 2. Sin embargo no se pudo establecer los logros deseados para el manejo de dicho software ya que en muchos casos el personal tenía dificultad en asimilar la información.

- No se pudo precisar el déficit de materiales y herramientas ya que la información de bodega, no fue socializada con los Técnicos y Líderes del Departamento de Mantenimiento.

- Se realizó el procedimiento adecuado de programación PERT/CPM mediante DS for Windows 2 eligiendo el tiempo simple estimado. Se resumió una lista de las principales actividades precedentes, mediante la consulta de la existencia de los repuestos a los Técnicos a cargo. Se evidencia el interfaz en el ANEXO S.

- Se asignó el comienzo adecuado de algunas actividades de mantenimiento preventivo de equipos críticos coincidiendo con el cronograma propuesto por la coordinación. Para dicho período se consideró catorce (14) días laborables en el mes con un FTT de 168 horas, con un 60% de fracción para preventivos, obteniendo 100,8 horas disponibles. Se puede ver ejemplo de aplicación del cronograma en ANEXO T.

- Se diseñó el formato de la lista de asignación de recursos, para que sea complementada en la ejecución. Ver ANEXO U.

- Se realizó una lista de programación de actividades, considerando los valores de holguras, con una nueva secuencia para la gestión inmediata de recursos, la cual se evidencia en la de la tabla 7-4.

Tabla 7-4. Ejemplo de lista de programación de por ruta crítica y tiempo mínimo de ejecución del *HPGDR*

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA													
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		**LISTA DE PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS ORDENADAS RUTA CRÍTICA Y TIEMPO MÍNIMO DE EJECUCIÓN NEONALOLOGÍA** OCTUBRE/ 2015											
Analista responsable:		Aprobado por:						Fecha de aprobación:					
Cantidad de equipos	Equipo-Marca- Modelo	Actividad Preventiva	Técnico responsable (Especialidad)	**IMP**	s	AP	TME (h)	ES (h)	EF (h)	LS (h)	LF (h)	H (h)	**s´**
1	Revisión de parámetros de flujo, presión y funcionamiento	Nebulizador/ AEBILL VISS/ 3655AX	Ing. Coral C. (Eléctrico)	46	A		0:40	0:00	0:40	23:09	23:49	23:09	U
1	Revisión de parámetros de funcionamiento y calibración del sistema	Baño Termostático/ WATER BATH/ HH-S2	Ing. Coral C. (Eléctrico)	47	B		0:40	0:00	0:40	23:09	23:49	23:09	T
1	Limpieza, lubricación de componentes mecánicos rodantes.	Manejadora de aire/McQUAY/RDS804 BY	Ing. Orosco O. (Mecánico)	50	C	D	2:19	11:10	13:30	21:30	23:49	10:19	I
1	Revisión y limpieza	Redes de gases medicinales	Ing. Orosco O. (Mecánico)	51	D	E	1:40	9:30	11:10	19:49	21:30	10:19	M
1	Revisión y ajuste de elementos de banco de vapor y accesorios tubería.	Banco de Vapor/ Spirax Sarco	Ing. Orosco O. (Mecánico)	56	E	F	5:30	4:00	9:30	14:19	19:49	10:19	N
1	Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Incubadora- Hill Med-HM-36	Ing. Coral C. (Eléctrico)	56	F	G	1:00	3:00	4:00	13:19	14:19	10:19	O
3	Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Calentador radiante para neonato- Drager-4200	Lic. Miranda V. (Electrónico)	60	G		3:00	0:00	3:00	10:19	13:19	10:19	P
4	Revisión de los componentes eléctricos con calibración y limpieza del mecanismo de grabación.	Monitor de signos vitales/ Contec/ NOVA M	Lic. Miranda V. (Electrónico)	61	H		6:00	0:00	6:00	17:49	23:49	17:49	Q
2	Prueba de operación y funcionamiento, con Revisión y verificación de medidas del ambiente	Incubadora-Olidef-SCTI LINE 4	Ing. Coral C. (Eléctrico)	62	I	M	3:00	18:49	21:49	20:49	23:49	2:00	C

Continúa →

1	Limpieza de componentes externos e internos	Nebulizador/ SAN.UP/3041	Ing. Coral C. (Eléctrico)	75	J		2:19	0:00	2:19	21:30	23:49	21:30	D
1	Limpieza de componentes externos e internos	Nebulizador/ AEBILL VISS/ 3655AX	Ing. Coral C. (Eléctrico)	76	K		2:19	0:00	2:19	21:30	23:49	21:30	E
4	Pruebas de operación y funcionamiento dentro de parámetros establecidos por el fabricante.	Monitor de signos vitales/ Contec/ NOVA M	Lic. Miranda V. (Electrónico)	84	L		5:19	0:00	5:19	18:30	23:49	18:30	F
3	Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Calentador radiante para neonato/ Drager/ 4200	Lic. Miranda V. (Electrónico)	87	M	N	8:00	10:49	18:49	12:49	20:49	2:00	G
1	Calibración y ajustes de accesorios de válvulas.	Banco de Vapor- Spirax Sarco	Ing. Orosco O. (Mecánico)	87	N	O	1:40	9:09	10:49	11:09	12:49	2:00	H
1	Limpieza y revisión de tuberías y accesorios.	Redes de Vapor- Spirax Sarco	Ing. Orosco O. (Mecánico)	88	O	P	4:49	4:19	9:09	6:19	11:09	2:00	L
1	Calibración de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigerador/ Haceb/ N13 NF	Ing. Coral C. (Eléctrico)	91	P	Q	2:19	2:00	4:19	4:00	6:19	2:00	R
1	Calibración de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigerador/Kelvinator/R 350	Ing. Coral C. (Eléctrico)	91	Q		2:00	0:00	2:00	2:00	4:00	2:00	J
4	Revisión de los componentes eléctricos con calibración y limpieza del mecanismo de grabación.	Monitor de signos vitales/ Mindray/ PM 9000	Lic. Miranda V. (Electrónico)	92	R		4:00	0:00	4:00	19:49	23:49	19:49	K
1	Revisión de parámetros de flujo, presión y funcionamiento	Nebulizador/ SAN.UP/3041	Ing. Coral C. (Eléctrico)	92	S		0:40	0:00	0:40	23:09	23:49	23:09	A
1	Revisión de sistema de impresión, ajuste de electrodos, con calibración y programación de parámetros	Electrocardiógrafo/ Contec/EKG1300	Lic. Miranda V. (Electrónico)	97	T	U	2:30	21:19	23:49	21:19	23:49	0:00	B
8	Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Incubadora neonatal, estacionaria/Drager/ 7022	Ing. Coral C. (Eléctrico)	99	U		21:19	0:00	21:19	0:00	21:19	0:00	S

Metodologías:

Método *PERT/CPM*
DS for WINDOWS 2

Fuente de información:

- (Paramés Montenegro C. 1988)
- (Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, 2000)
- Lista ordenada de actividades preventivas de Neonatología HPGDR.
- Análisis del contexto operacional de Neonatología HPGDR.
- Lista general de equipos HPGDR.
- Inventario de recursos materiales

Nomenclatura:

s: Secuencia
s´: Secuencia recomendada
AP: Actividad precedente
TME: Tiempo mínimo estimado
ES: Tiempo de inicio temprano
EF: Tiempo de terminación temprana
LS: Tiempo de Inicio más lejano
LF: Tiempo de terminación más lejana
H: Holgura
h: horas

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

4.1.3.5. Ejecución del mantenimiento preventivo planificado.

El objetivo es definir el proceso adecuado para la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos que interviene el personal propio del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*. Para ello se tomó una muestra adecuada en Neonatología en el período de octubre de 2015, en donde se cumplió con lo siguiente:

- Se definieron los horarios del día más factible para realizar la intervención, que en mucho de los casos se dio apertura a partir de las 7h00 hasta las 13h00.

- Se desarrolló un ejemplo de emisión de OT impresa, basado en el formato existente en la organización, incluyendo los datos previos a la ejecución, ver ANEXO V.

- Los Técnicos participantes realizaron las visitas previas de una semana antes de la intervención de manera que se registró los recursos a utilizarse.

- Se informó a los Técnicos de intervención qué actividades deberán cumplir primero mediante la lista de actividades programadas.

- Se entregaron en bodega la lista de materiales necesarios, para realizar las actividades en estudio y la utilización de elementos de protección.

- Los Técnicos identificaron el camino o acceso más confiable, anotando los riesgos y retrasos, llevando los elementos necesarios y la orden de trabajo.

- Los Técnicos mostraron las órdenes de trabajo al responsable de los equipos, el cual resaltó el horario de intervención.

- Hubo cumplimiento del protocolo evidenciado en la bitácora y se evitó daños.

- Los Técnicos elegidos utilizaron su experiencia y conocimiento para realizar las pruebas a todas sus intervenciones, y al final de ello se registró el tiempo.

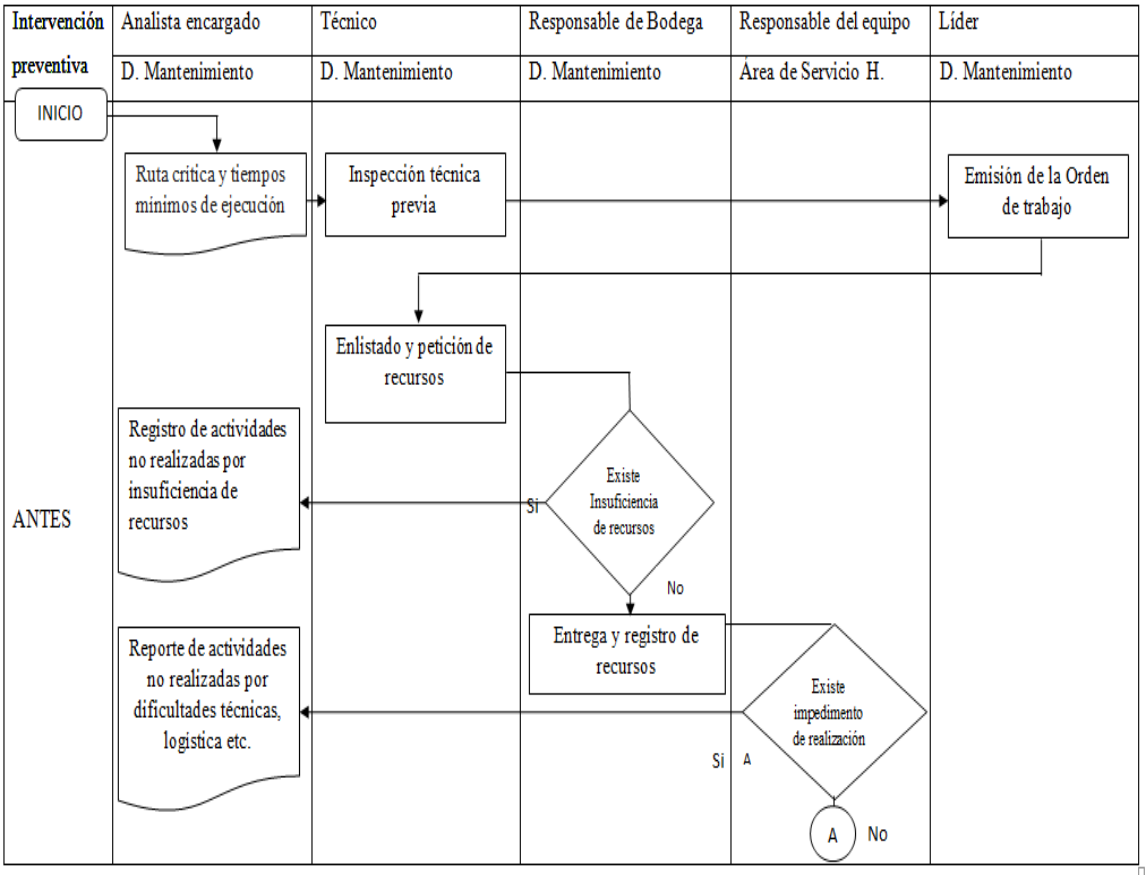
- Fueron aprobadas las órdenes mediante la firma de cada uno de los involucrados en el proceso de mantenimiento preventivo planificado, las cuales fueron archivadas.

- Las intervenciones fueron señalizada de acuerdo al trabajo desarrollado, mediante las conocidas marcas y etiquetas que se maneja dentro del departamento.

- Se registraron los tiempos medidos en la herramienta; Registros de Actividades de SGM pro, detallando las principales razones de retrasos como novedades. Ver interfaz y reporte en el ANEXO W.

- Se recopiló toda la información generada y tiempos registrados en la bitácora de mantenimiento.

- La documentación principal generada de la intervención se entregó de manera general al Coordinador del Departamento de Mantenimiento, el cual lo clasificó y archivó. Dicha información será revisada para elegir la propuesta de implementarlo o no en las áreas de servicio hospitalario bajo su responsabilidad.



Continúa →

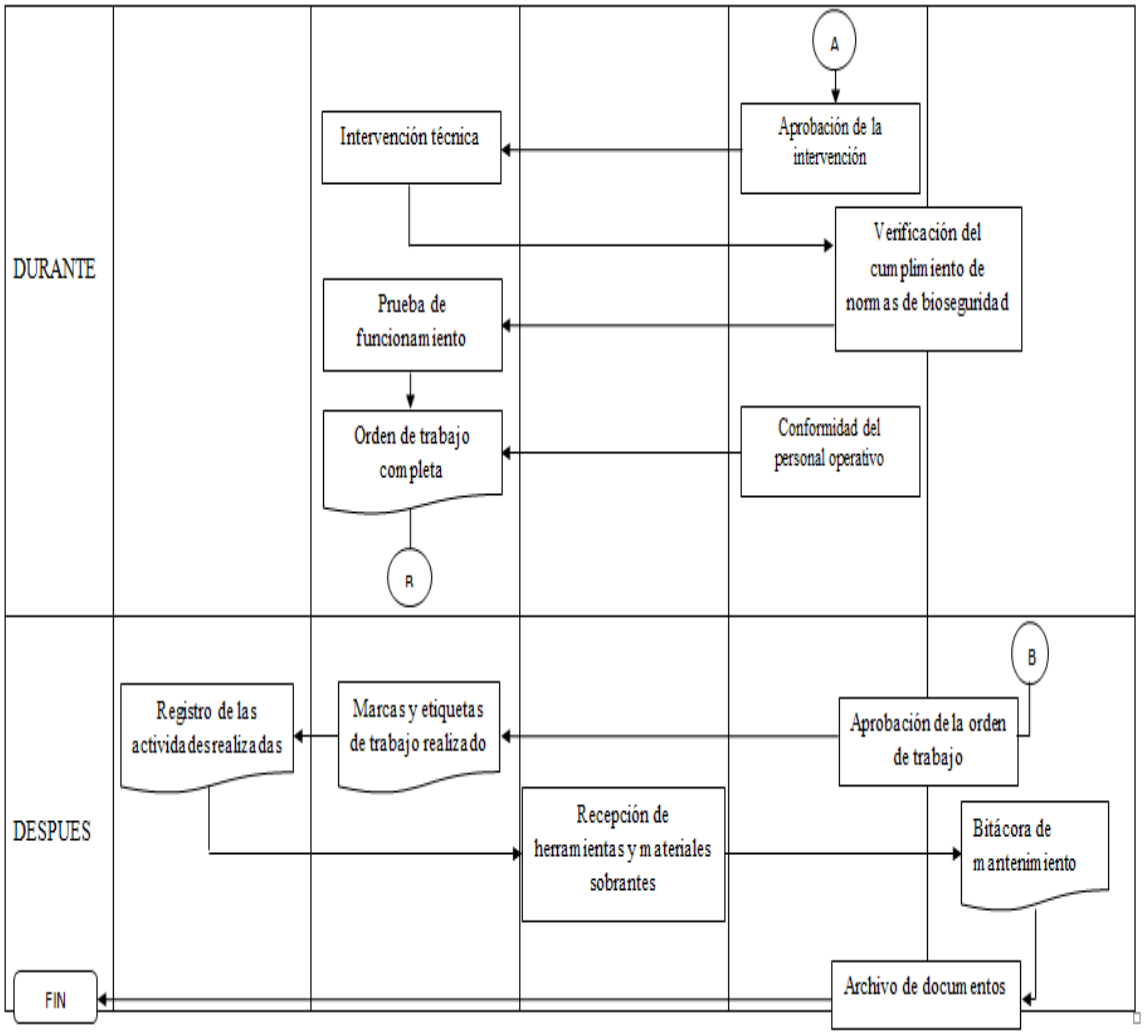


Figura 4-4. Diagrama de flujo del proceso de ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo planificado en el *HPGDR*
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

4.1.3.6. Medición de las actividades.

La presente sub etapa tiene como objetivo determinar la forma para estimar los tiempos de mantenimiento y medir el cumplimiento de las actividades preventivas dentro de un área determinada en el HPGDR.

Se eligió como ejemplo de aplicación a Neonatología para considerar las actividades preventivas ejecutadas, sabiendo que los técnicos seleccionados han colaborado de una manera eficaz. Se procedió de la siguiente forma:

- Se recopiló la información de los tiempos registrados y actividades realizadas, tanto en las bitácoras como en los reportes generados mediante SGM pro.

- Se calculó el Tiempo DMTp y tomando en cuenta la dificultad para el arreglo o intervención, se consideró valores de 1,5 a 2,5. Se justifica que dentro de Neonatología existen alrededor del 70% de equipos que funcionan con principios eléctricos y electrónicos, aunque son complejos pero la experiencia del personal lo equilibra.

- Se enlistó las actividades realizadas, en espera o pendientes en un solo documento, ver ejemplo del interfaz de SGM pro en el ANEXO X. Los valores calculados de DMT_{90} se tabularon en una lista conformada por solo actividades realizadas, así mismo se vinculó los tiempos medidos, ver ejemplo en la tabla 8-4.

Tabla 8-4. Ejemplo de lista de actividades realizadas de mantenimiento preventivo planificado dentro del HPGDR.

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA							
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	**LISTA DE ACTIVIDADES PREVENTIVAS REALIZADAS** NEONATOLOGÍA Versión 1- 2015						
Analista responsable:	Aprobado por:				Fecha de aprobación:		
ACTIVIDAD PREVENTIVA	**Equipo-Marca-Modelo**	**Cantidad de Equipos**	**Fecha de registro de intervención**	**S'**	**TME (hh:mm)**	**DMT_p (hh:mm)**	**TM (hh:mm)**
Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Incubadora neonatal, estacionaria/Drager/ 7022	8	08/10/2015	U	21:19	27:17	26:00
Revisión de sistema de impresión, ajuste de electrodos, con calibración y programación de parámetros	Electrocardiógrafo/ Contec/EKG1300	1	04/10/2015	T	2:30	2:52	2:20
Prueba de operación y funcionamiento, con Revisión y verificación de medidas del ambiente	Incubadora-Olidef-SCTI LINE 4	2	09/10/2015	I	3:00	4:03	3:00
Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	Calentador radiante para neonato/ Drager/ 4200	3	10/10/2015	M	8:00	10:50	8:00
Calibración y ajustes de accesorios de válvulas.	Banco de Vapor- Spirax Sarco	1	06/10/2015	N	1:40	1:55	2:30
Limpieza y revisión de tuberías y accesorios.	Redes de Vapor- Spirax Sarco	1	13/10/2015	O	4:49	5:33	4:40
Calibración de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigerador/ Haceb/ N13 NF	1	14/10/2015	P	2:19	2:08	2:00

Continúa →

Calibración de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigerador/Kelvinator/ R 350	1	25/10/2015	Q	2:00	1:50	2:00
Limpieza, lubricación de componentes mecánicos rodantes.	Manejadora de aire/McQUAY/RDS804 BY	1	15/10/2015	C	2:19	2:40	2:30
Revisión y limpieza	Redes de gases medicinales	1	21/10/2015	D	1:40	1:32	2:00
Revisión y ajuste de elementos de banco de vapor y accesorios tubería.	Banco de Vapor/ Spirax Sarco	1	19/10/2015	E	5:30	6:19	5:00
Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Incubadora- Hill Med-HM-36	1	17/10/2015	F	1:00	1:09	1:00
Prueba de operación y funcionamiento, con revisión de medidas del ambiente	Calentador radiante para neonato- Drager-4200	3	15/10/2015	G	3:00	4:03	3:50
Revisión de los componentes eléctricos con calibración y limpieza del mecanismo de grabación.	Monitor de signos vitales/ Contec/ NOVA M	4	17/10/2015	H	6:00	6:54	7:00
Pruebas de operación y funcionamiento dentro de parámetros establecidos por el fabricante.	Monitor de signos vitales/ Contec/ NOVA M	4	19/10/2015	L	5:19	4:54	4:30
Revisión de los componentes eléctricos con calibración y limpieza del mecanismo de grabación.	Monitor de signos vitales/ Mindray/ PM 9000	4	21/10/2015	R	4:00	4:36	4:50
Limpieza de componentes externos e internos	Nebulizador/ SAN.UP/3041	1	23/10/2015	J	2:19	2:08	2:00
Limpieza de componentes externos e internos	Nebulizador/ AEBILL VISS/ 3655AX	1	24/10/2015	K	2:19	2:08	2:00
Revisión de parámetros de flujo, presión y funcionamiento	Nebulizador/ AEBILL VISS/ 3655AX	1	24/10/2015	A	0:40	0:46	1:00
Revisión de parámetros de funcionamiento y calibración del sistema	Baño Termostático/ WATER BATH/ HH-S2	1	26/09/2015	B	0:40	0:46	1:00
Revisión de parámetros de flujo, presión y funcionamiento	Nebulizador/ SAN.UP/3041	1	27/09/2015	S	0:40	0:37	0:40
				Total en horas	81:03	95:00	87:50

MEDIDAS DE REFERENCIA		RESULTADOS DE LAS MEDIDAS
Límite superior: 95h00 Límite inferior: 81h03mints. Tiempo Medido: 87h50mints. Observación: Esta bajo la tolerancia	# de actividades planificadas o programadas: 21 # de actividades realizadas: 21 # de actividades pendientes no realizadas: 0 # Equipos considerados en el MPP: 55 # Equipos del inventario: 64 # de actividades con Pi alto (>100pts):14	% de reducción de los tiempos de intervención referente al límite superior: Octubre 2015: 7,54% del tiempo DMT_{90} % de complimiento de las actividades programadas: 100% % de equipos considerados para el MPP: 85,94%

Metodologías:	**Fuente de información:**	**Nomenclatura:**
Cálculo del DMT_{90} Control del tiempo de realización.	(Jezdimir knezevic, 1996). (Paramés Montenegro C. 1988). (Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, 2000). (Cruz A. 2012) Apuntes individuales de intervenciones de los Técnicos de mantenimiento del HPGDR. Catálogos de equipos. Análisis del contexto operacional de Neonatología HPGDR. Nomenclatura Global de Dispositivos Médicos (GMDN 2003).	*TME:* Tiempo Medio Estimado *TM:* Tiempo medido DMT_P: Tiempo de duración de la intervención.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

4.1.4. Control de resultados de la aplicación del plan de MPP en equipos críticos en un área del HPGDR.

Se cumple con algunos procedimientos de la propuesta que principalmente se destaca la selección de la metodología del documento técnico de la OMS, 2012, delegación de los responsables y presentación de resultados. Mediante el análisis de la tabla 8-4 y las actividades reportadas como realizadas en SGM pro, se determinaron las principales desviaciones de las actividades realizadas.

Se presentan indicadores de manera comparativa tanto del mes de agosto y octubre de 2015 sabiendo que en el primer caso se consultó en el plan anterior de actividades, previo a la aplicación del sistema de gestión propuesto. Se muestran los resultados en la tabla 9-4, que corresponden al ejemplo de aplicación dentro del área de servicio de Neonatología, bajo el plan de mantenimiento basado en el análisis de falla vs las prácticas actuales de planificación del mantenimiento.

Tabla 9-4. Comparación de los resultados de gestión considerando la aplicación del sistema propuesto y el sistema vigente.

HOSPITAL PROVINCIAL GENNERAL DOCENTE RIOBAMBA			
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	**COMPORTAMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO EN NEONATOLOGÍA DEL HPGDR**		Ministerio de Salud Pública
Analista responsable:	Aprobado por:		Fecha:
Períodos		agosto 2015	octubre 2015
# de actividades planificadas o programadas		23	21
# de actividades realizadas		18	21
# de actividades pendientes no realizadas		5	0
# Equipos considerados en el MPP		50	55
# Equipos del inventario		62	64
# de actividades con P_i alto (>100pts)		-	14
Tiempo de duración de la intervención al 90 % realizadas		73,40	95,00
Tiempo medido o real (horas)		76,33	87,83
%Tasa de localización de equipos		81	84
% Productividad del mantenimiento preventivo		- 4	7,54
% Resultados del mantenimiento preventivo		-	67
% Tasa del cumplimiento del MPP.		81	92
Metodología: Documento técnico de la Organización Mundial de la salud, 2012, pp. 34-36			

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2. Validación de hipótesis.

Bajo la necesidad de determinar la metodología adecuada para el mantenimiento preventivo planificado hospitalario, que permita racionalizar los recursos y reducir el tiempo de intervención; se aplicó un análisis comparativo en base de parámetros que faciliten la selección mediante la comparación de prácticas actuales y el sistema de gestión propuesto. Se consideran dos formas de gestión tales como:

- Sistema vigente. Es la forma de gestión del mantenimiento actual del HPGDR, el cual se caracteriza por la aplicación de prácticas administrativas hospitalarias bajo lineamientos organizacionales y experiencia del personal técnico.

- Sistema propuesto. Que describe al sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos, el cual se fundamenta en aspectos esenciales de normativas, estrategias intensivas e integrales, documentos técnicos y criterios de especialistas.

4.2.1. Definición de parámetros de comparación.

Se consideran diferentes factores que inciden en el tiempo de intervención y la racionalización de recursos. Los factores que se definen como relevantes son los internos y externos de la mantenibilidad según varios especialistas y fuentes como (Gil C. 2014, abril 6), (Turmero I. J. 2012, Julio 07). Se utilizaron también factores y aspectos que conforman los test de auditoria y evaluación del personal de la etapa de diagnóstico del sistema propuesto.

Para distribuir los factores que influyen en los retrasos y manejo de recursos en la gestión del mantenimiento, se consideran los principales indicadores propuestos por la OMS, en la siguiente tabla:

Tabla 10-4. Parámetros y factores que influyen sobre los retrasos y manejo de recursos, en función de los indicadores de gestión de mantenimiento hospitalario.

VARIABLES	INDICADOR	PARÀMETROS	FACTORES DE MANTENIBILIDAD
Tiempo de intervención de mantenimiento preventivo	%Tasa de localización de equipos	Localización de equipos o criticidad de rutas de inspección	Codificación
			Comunicación entre el personal
			Base de datos
			Exactitud de inventario
	% Tasa del cumplimiento del MPP.	Competitividad del personal	Confiabilidad
			Desempeño
			Disponibilidad
			Seguridad
			Formación y conocimientos
			Habilidad y destreza
			Motivación
			Precavido y constante
Racionalización de recursos	% Resultados mantenimiento preventivo	Fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento	Documentación
			Calidad de los repuestos
			Logística adecuada
			Cantidad adecuada de Técnicos
			Facilidad del acceso a las áreas de servicio
			Complejidad técnica (Diseño).
			Dificultad en la manipulación de componentes
			Calidad del servicio de internet y los equipos de cómputo.
	% Productividad del mantenimiento preventivo	Cumplimiento de actividades programadas	Estandarizaciones
			Herramientas específicas de diagnóstico
			Disponibilidad de los repuestos
			Manuales y catálogos claros y completos.
			Capacidad en la programación de tareas
			Servicio Pos venta.
			Procedimientos
			Limpieza y estado técnico.
			Historial de averías y procedimientos

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2.1. Criterios de evaluación.

A continuación se muestran los valores cualitativos y cuantitativos que se darán a los parámetros y factores a ser analizados en la comparación de las formas de gestión, para lo cual se utilizará valores del 0 al 4.

Tabla 11-4. Criterios de evaluación general.

MEDIDAS	ESCALAS DE VALORES				
Cuantitativa	0	1	2	3	4
Cualitativa	Bajo	Medio Bajo	Medio	Medio Alto	Alto
Porcentajes	0%	25%	50%	75%	100%

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2.2. Análisis de los parámetros de comparación para las metodologías.

El análisis comparativo fue realizado en base a la información que se obtenga de la investigación bibliográfica, también de encuestas realizadas a expertos en el tema y observación de campo, principalmente a lo que el programa de mantenimiento preventivo se refiere.

4.2.3.1. Localización de equipos o criticidad de rutas de inspección.

Tabla 12-4. Análisis de los factores de la localización de equipos o criticidad de rutas de inspección.

SISTEMAS / FACTORES	VIGENTE		PROPUESTO		CALF. MÁX
	Características	Calf.	Características	Calf.	
Codificación	- Incompleta. - No registrada. - Solo equipos.	1	-Normalizada. -Equipos, actividades y recursos. -Registro constante	4	4
Comunicación entre el personal	- Momentánea y mínima	2	-Estable y frecuente	4	4
Base de datos	- Documentos y libros	1	-SGM pro y libros	4	4
Exactitud de inventario	- Moderada - Completa	3	-Moderada -Completa	3	4
TOTAL.		**7**		**15**	**16**
PORCENTAJE %		**43,75**		**93,75**	**100**

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2.3.2. Competitividad del personal.

Tabla 13-4. Análisis de los factores de la competitividad del personal.

SISTEMAS / FACTORES	**VIGENTE**		**PROPUESTO**		**Calf. MÁX**
	Características	**Calf.**	**Características**	**Calf.**	
Confiabilidad	- Aceptable.	3	- Aceptable.	3	4
Desempeño	- Moderado. - Limitaciones en algunas áreas	2	- Aceptable.	4	4
Disponibilidad	- Aceptable. - Registrada y controlada	4	- Aceptable. - Registrada y controlada	4	4
Seguridad	- Utilización a medias de elementos de protección	2	- Completa inutilización. - Normas bioseguridad	2	4
Formación y conocimientos	- Desconocimiento de Normas de bioseguridad y herramientas de diagnóstico de fallas	1	- Capacitación en áreas de seguridad, confiabilidad del mantenimiento y manejo de software	2	4
Habilidad y destreza	- Aceptable.	4	- Aceptable.	4	4
Motivación	- Bajos sueldos. - Apuros y contratiempos. - Miedo al control.	2	- Menos apuros y contratiempos.	2	4
Precavido y constante	Moderado	3	- Moderado.	3	4
TOTAL.		**21**		**24**	**32**
PORCENTAJE %		**65,63**		**75**	**100**

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2.2.1. Fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento.

Tabla 14-4. Análisis de los factores de fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento.

SISTEMAS / FACTORES	VIGENTE		PROPUESTO		Calf. MÁX
	Características	**Calf.**	**Características**	**Calf.**	
Documentación	- Incompleto - Falta de detalles técnicos.	2	- Completos - Detallados y especificada la metodología y normas - Descripción del proceso.	4	4
Calidad de los repuestos.	- Moderadamente defectuosos. - Incompletos, - No inventariados	2	- Inventario completo y selección de los adecuados.	3	4
Logística adecuada	- Contratiempos - Dificultad en pedidos y adquisición.	2	- Agilidad en los pedidos	4	4
Cantidad adecuada de Técnicos	- Déficit moderado. - Falta de personal mecánico	2	- Redistribución adecuada de funciones. - Estudio de necesidad de personal.	4	4
Facilidad del acceso a las áreas de servicio	- Normal - Bajo solicitud	3	- Normal - Bajo solicitud	3	4
Complejidad técnica (Diseño).	- Problemas moderados - Dificultades en el montaje y adecuación	2	- Actividades de adecuación - Inspecciones previas	4	4
Dificultad en la manipulación de componentes	- Problemas moderados en electrónicos sofisticados	2	- Capacitación instrumental.	4	4
Calidad del servicio de internet y los equipos de cómputo.	- Insuficiente equipamiento - Especificaciones técnicas insuficientes	1	- Instalación de aplicación web SGM pro. - Conexión adecuada	4	4
TOTAL.		**16**		**30**	**32**
PORCENTAJE %		**50**		**93,75**	**100**

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2.2.2. Cumplimiento de actividades programadas

Tabla 15-4. Análisis de los factores del cumplimiento de actividades programadas

SISTEMAS / FACTORES	VIGENTE		PROPUESTO		Calf. MÁX
	Características	**Calf.**	**Características**	**Calf.**	
Estandarizaciones	- Reducidas - Desconocimiento - Cumplimiento de lineamientos POR	2	- Aplicación de normativas OMS, ECRI, y cumplimiento de lineamientos POR	4	4
Herramientas específicas de diagnóstico	- Insuficientes - Poca inversión	1	- Capacitación y aplicación de herramientas RCM	3	4
Disponibilidad de los repuestos	- Baja. - Desorden de bodega	1	- Moderada - Priorización de adquisición y orden	4	4
Manuales y catálogos claros y completos.	- Incompletos, - Desordenados	2	- Ordenamiento - Actualización	4	4
Capacidad en la programación de tareas	- Retrasos - Ejecución de actividades no programadas	2	- Programación con herramientas informáticas. - Coordinación - Verificación de recursos.	4	4
Servicio Pos venta.	- Suficiente	3	- Suficiente	3	4
Procedimientos	- Incompletos. - Falta de socialización	2	- Realización de diagramas de flujo - Socialización de información.	4	4
Limpieza y estado técnico.	- No se determina el estado técnico real.	3	- Determinación del estado técnico real.	4	4
Historial de averías y procedimientos	- Bajo registro de averías y fallas - No registro estadístico de observaciones	1	- Registro de fal averías, - Sistematización de observaciones - Estudio de fiabilidad		
TOTAL.		**17**		**34**	**36**
PORCENTAJE %		**47,22**		**94,44**	**100**

Continúa →

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2.3. Análisis general de comprobación.

4.2.4.1. Determinación de variables.

Variable Independiente. Sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos.

Variable Dependiente. Tiempo de intervenciones de mantenimiento preventivo y la racionalización de recursos.

4.2.4.2. Operacionalización de metodologías de las variables.

Tabla 16-4. Operacionalización metodológica de variables.

VARIABLES	TIPO	CATEGORÍA	INDICADORES	TÈCNICAS	FUENTES
Sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos	Independiente	Investigación	Estrategia de mantenimiento hospitalario	Investigación descriptiva mediante Análisis documental	Documentos. Libros. Internet. Criterio de Especialistas. Normativas
Tiempo de intervención	Dependiente	Tiempo	Localización de equipos o criticidad de rutas de inspección	Medición de resultados y observación de parámetros	Sistema vigente. Sistema propuesto.
			Competitividad del personal	Medición de resultados y observación de parámetros	Sistema vigente. Sistema propuesto.
Racionalización de recursos	Dependiente	Ordenamiento	Fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento	Medición de resultados y observación de parámetros	Sistema vigente. Sistema propuesto.
			Cumplimiento de actividades programadas	Medición de resultados y observación de parámetros	Sistema vigente. Sistema propuesto.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

4.2.3.1.Comparación de los resultados obtenidos.

Para la comprobación de hipótesis se seleccionó al Método Estadístico Chi cuadrado, porque es ideal para comprobar si una variable, cuya descripción parece adecuada, tiene una determinada función de probabilidad aceptable.

Para la evaluación realizada por cada parámetro se resumieron los valores de los factores en cada parámetro que permiten determinar la reducción del tiempo en las intervenciones preventivas y la racionalización de los recursos. En las tablas siguientes se muestra los valores observados:

Tabla 17-4. Comparación de valores observados de las variables dependientes.

PARÁMETROS	SISTEMA DE GESTIÓN	
DISMINUCIÓN DEL TIEMPO Y RACIONALIZACIÓN DE RECURSOS	**VIGENTE**	**PROPUESTO**
Localización de equipos o criticidad de rutas de inspección	43,75	93,75
Competitividad del personal	65,63	75
Fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento	50	93,75
Cumplimiento de actividades programadas	47,22	94,44
PROMEDIO	51,65	89,23

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015.

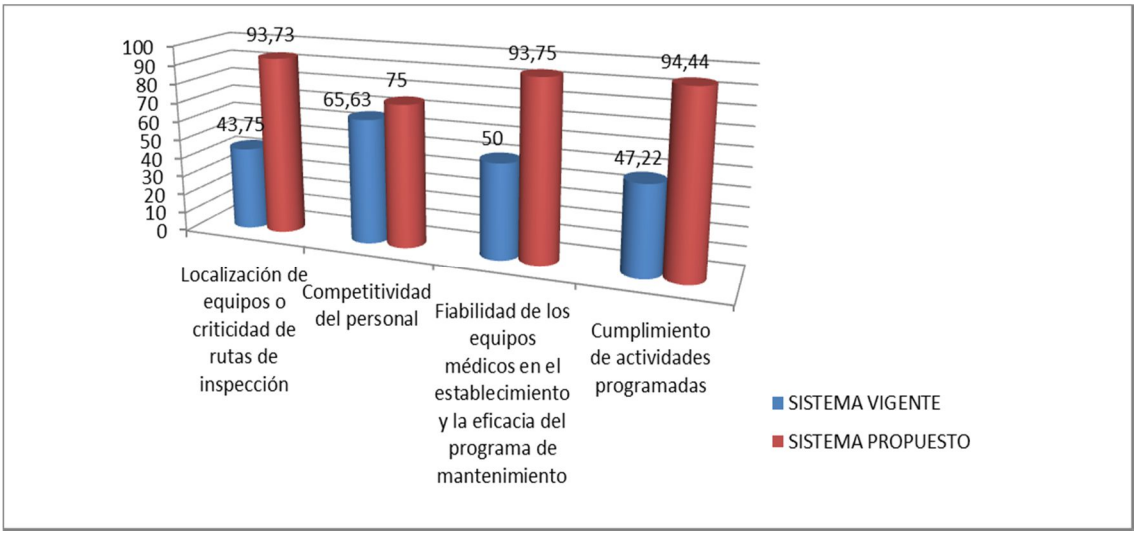


Figura 5-4. Representación general de valores observados de las variables dependientes.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

La figura 5.4 representa los valores obtenidos en cada parámetro de cada forma de gestión. Mientras más alto sea el valor del parámetro se establece de esa forma como la más recomendable para minimizar el tiempo de intervenciones preventivas y racionalización de recursos.

Implementando el sistema de gestión propuesto se obtiene mayor localización de equipos o criticidad de rutas de inspección, lo cual refleja mayor agilidad en la localización de recursos y actividades, así también en el mejoramiento de la base de datos y comunicación entre el personal. Se considera también a la competitividad del personal de mejora en gran manera en la formación, capacitación, seguridad y

desempeño. Lo mencionado contribuye para la disminución, o al menos que se obtenga tiempos promedio de intervención de MPP aceptables.

Los resultados alcanzados por la implementación del sistema propuesto, permite una mejora en la fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento, que principalmente se destacan los avances en logística, documentación y mejoramiento de los procedimientos. El cumplimiento de actividades programadas ha sido evidenciado por el mejoramiento de la capacidad de programación, historial o registro de averías, procedimientos adecuados, manejo de estándares y disponibilidad de repuestos.

Entonces, con respecto al sistema tradicional o vigente, el sistema propuesto permite disminuir el tiempo en las intervenciones de mantenimiento preventivo y racionalizar los recursos en un 37,58 % más, así como se observa en la figura:

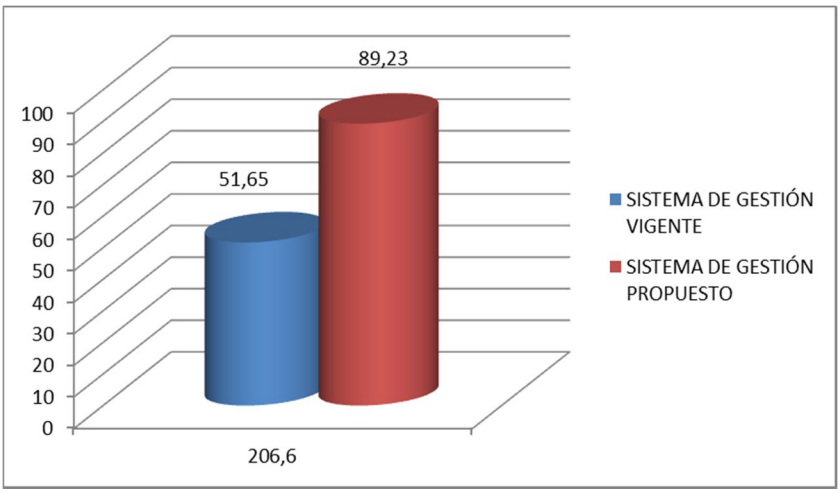


Figura 6-4. Representación de porcentajes (%) promedio de los valores observados.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

- Aplicación de Chi cuadrado.

Paso 1. Planteamiento de la hipótesis:

Ho: El sistema propuesto NO disminuye el tiempo de intervención de mantenimiento preventivo ni racionaliza los recursos.

H1: El sistema propuesto SI disminuye el tiempo de intervención de mantenimiento preventivo y racionaliza los recursos.

Paso 2. Encontrar los totales por cada fila y por cada columna:

Tabla 18-4. Valores obtenidos y totales.

PARÁMETROS	SISTEMA DE GESTIÓN		TOTAL DE FILAS
DISMINUCIÓN DEL TIEMPO Y RACIONALIZACIÓN DE RECURSOS	VIGENTE	PROPUESTO	
Localización de equipos o criticidad de rutas de inspección	43,75	93,75	137,48
Competitividad del personal	65,63	75	140,63
Fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento	50	93,75	143,75
Cumplimiento de actividades programadas	47,22	94,44	141,66
TOTAL DE COLUMNAS	206,6	356,92	563,52

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Paso 3. Obtención de los valores esperados. De la tabla 18-4, que son los valores observados, se encuentra los valores esperados, con la siguiente formula:

Ecuación: 9

$$Valor\ esperado = \frac{Total\ \ columnas\ (dicha\ celda) \times Total\ filas(dicha\ celda)}{Suma\ total}$$

Ejemplo; $Valor\ esperado(1;1) = \frac{206{,}6 \times 137{,}5}{582{,}29} = 48{,}67$

De la misma forma se opera con las demás filas y columnas para obtener los valores esperados, los cuales se representan en la tabla 19-4:

Tabla 19-4. Valores esperados y totales.

PARÁMETROS	SISTEMA DE GESTIÓN		TOTAL DE FILAS
DISMINUCIÓN DEL TIEMPO Y RACIONALIZACIÓN DE RECURSOS	VIGENTE	PROPUESTO	
Localización de equipos o criticidad de rutas de inspección	48,67	87,08	137,48
Competitividad del personal	59,63	89,07	140,63
Fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento y la eficacia del programa de mantenimiento	47,46	91,05	143,75
Cumplimiento de actividades programadas	50,84	89,72	141,66
TOTAL DE COLUMNAS	206,6	375,69	563,52

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Paso 4. Obtención del valor de Chi cuadrado mediante la fórmula:

Ecuación: 10

$$X^2calc = \sum \frac{(fo-fe)^2}{fe}$$

f_0=Frecuencia del valor observado

f_e= Frecuencia del valor esperado

$$X^2calc = \frac{(43{,}75-48{,}67)^2}{48{,}67} + \frac{(93{,}75-87{,}08)^2}{87{,}08} + \frac{(65{,}63-59{,}63)^2}{59{,}63} + \frac{(75-89{,}07)^2}{89{,}07} + \frac{(50-47{,}46)^2}{47{,}46} + \frac{(93{,}75-91{,}05)^2}{91{,}05} + \frac{(47{,}22-50{,}84)^2}{50{,}84} + \frac{(94{,}44-89{,}72)^2}{89{,}72}$$

X^2calc =0,878+0,508+3,841+2,223+0,139+0,080+0,428+0,248

X^2calc =8,345

Chi cuadrado experimental = 8,345

Paso 5. Cálculo de los grados de libertad

Para calcular los grados de libertad se realiza con la fórmula:

V = (Cantidad de filas - 1) (Cantidad de columnas - 1)

Grados de libertad = (4-1) (2-1) = 3

Paso 6. Definición del nivel de confianza.

Por lo general se trabaja con un porcentaje de 95% (0,95), es decir el nivel de error es del 5%(0,05).

Tabla 20-4. Valores de distribución estadística de Chi cuadrado.

Grados libertad	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	2,71	3,84	5,02	6,63	7,88
2	4,61	5,99	7,38	9,21	10,60
3	6,25	7,81	9,35	11,34	12,84
4	7,78	9,49	11,14	13,28	14,86
5	9,24	11,07	12,83	15,09	16,75
6	10,64	12,59	14,45	16,81	18,55
7	12,02	14,07	16,01	18,48	20,28
8	13,36	15,51	17,53	20,09	21,95
9	14,68	16,92	19,02	21,67	23,59
10	15,99	18,31	20,48	23,21	25,19

Fuente: (https://loquepasaensistemas.files.wordpress.com/2010/04/21-04-2010-08-13-50-p-m-_0229.jpg, 2015, Noviembre 8)

Obteniendo el valor crítico con 3 grados de libertad y valor de error de 0,05 = 7,81

Paso 7. Determinación de la conclusión:

Se puede corroborar que (8,345 > 7,81) el Chi cuadrado experimental es mayor al valor crítico, cae en la zona de rechazo de la Hipótesis Nula (Ho), aceptando la Hipótesis Alternativa.

4.3. Conclusiones del capítulo.

Se definieron en el diagnóstico de la situación actual problemas severos que desmejoran la planificación que reflejaron resultados negativos, principalmente en el manejo de recursos y retrasos de actividades. Mediante los hallazgos encontrados en la auditoría interna del mantenimiento con un nivel de efectividad del 49,94% siendo el más bajo se pudo aplicar el plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de fallas, mencionando los siguientes acontecimientos:

- Se clasificó a los equipos e instalaciones de la seleccionada área de servicio hospitalario, priorizando las actividades del mantenimiento preventivo planificado por nivel de criticidad y prioridad de riesgo. En el análisis de criticidad se redujo el grado de subjetividad, y se determinó el uso de políticas adecuadas de mantenimiento. Se definieron responsabilidades y se capacitó al personal en metodologías de clasificación por el nivel de criticidad y procedimientos en políticas de mantenimiento.

- Se priorizó las actividades de mantenimiento preventivo planificadas mediante el uso del *AMEF* y el índice *IMP,* que consideraron las frecuencia, fechas de intervención por actividad de cada componente de equipo, y el análisis de disponibilidad de recursos. Se capacitó en las determinadas metodologías de priorización y se aumentó la fiabilidad de los equipos médicos en el establecimiento de servicio. Sin embargo la

información recopilada para el análisis del contexto, tuvo diferentes fuentes de tipo técnico y médico que retrasaron los resultados y redujeron la calidad de los mismos.

- Se sistematizó la información de los equipos y recursos en el software SGM pro con la participación de algunos Técnicos seleccionados del departamento en estudio, resaltando la facilidad de uso y la conexión a la red. Se definieron responsabilidades y se capacitó en el manejo de herramientas. Se obtuvo mayor agilidad en la emisión de órdenes de trabajo, y se definió la forma de registrar las fallas modernizando el proceso con alta competitividad.

- Se definieron las actividades más importantes y de urgente ejecución sin restricciones, y se delegaron responsabilidades a menor tiempo y menores costos. Se coordinó las intervenciones preventivas, con capacitación en herramientas definidas y se obtuvo una reducción considerable de retrasos. Sin embargo las principales dificultades encontradas son producto del mal manejo de la información de los recursos materiales en bodega, y el bajo conocimiento en el manejo de la herramienta DS for Windows 2.

- Se determinó la forma para estimar los tiempos de mantenimiento y medir el cumplimiento de las actividades preventivas, con un 100% de complimiento de las actividades programadas y un 85,94% de equipos considerados para el MPP. Se resumieron los resultados alcanzados en la gestión y se comprará con un período caracterizado por la no existencia del sistema de gestión propuesto. Se obtuvo una racionalización de los procedimientos y el accionar del personal con determinación eficaz de los requisitos, responsabilidades y agilidad en las intervenciones.

- Según la tabla 9-4 se destacan bajos resultados de los indicadores en el período mensual en el que no se aplica el sistema de gestión propuesto, sin embargo el sistema de gestión mediante la aplicación del plan de mantenimiento basado en el análisis de falla, cumple con la normativas establecida por la OMS, resultando con valores superiores a la del sistema tradicional o vigente.

- El 67% obtenido en la inspección y mantenimiento preventivo refleja una fiabilidad de equipos aceptable. Se destaca el cumplimiento de objetivos organizacionales, de

menores tiempos de ejecución de las actividades con la productividad del mantenimiento preventivo del 7,54%. Sin embargo se considera un período a largo plazo para cumplir con la implementación integral del sistema con buenos resultados generales.

Se validó la hipótesis mediante el estadístico Chi cuadrado, obteniendo un valor de 8,345, con 3 grados de libertad y un nivel de confianza del 95 %, determinando el rechazo de la Hipótesis Nula y aceptando la Hipótesis Alternativa. El sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos es la alternativa capaz de reducir el tiempo de intervención del mantenimiento preventivo y racionalizar los recursos planificados.

La aplicación del sistema de gestión propuesto, en Neonatología del HPGDR, representó la disminución del tiempo de intervención del personal propio en el 1,94% del tiempo medio total de actividades de mantenimiento preventivo planificado del mes de Octubre 2015. Se ha racionalizado el manejo, ordenamiento, y control de los recursos, el funcionamiento y la fiabilidad de los equipos médicos con una mejora en competitividad, agilidad y modernización. Lo que implica que si la propuesta es implementada en todas las áreas de servicio del Hospital, reflejará resultados globales que ayuden al proceso de acreditación y sea considerado como ejemplo a seguir.

CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos que interviene el personal del Hospital Provincial General Docente Riobamba *HPGDR* racionaliza los recursos y disminuye los tiempos de intervención preventiva. Lo mencionado se destaca en los siguientes hechos:

- Se realizó un estudio bibliográfico de los fundamentos teóricos y metodológicos usados en el mantenimiento hospitalario, con la caracterización del *HPGDR* y su programa de mantenimiento. El marco referencial determinado sirvió como sustento para el desarrollo del sistema de gestión propuesto.

- Se diseñó la base metodológica que estructura el sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos bajo la responsabilidad del Departamento de Mantenimiento hospitalario. El cual fue estructurado por normativas y documentos técnicos de organismos especializados en la salud, con técnicas de mantenimiento y planificación de recursos. Se resalta el uso de criterios del ciclo de calidad y mejora continua para unir todas las metodologías y herramientas en un solo sistema.

- Se aplicó el sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en los equipos críticos de un área determinada en el Hospital Provincial General Docente Riobamba (HPGDR). En la aplicación del sistema se diagnosticó el proceso de planificación, al desempeño del personal, y la documentación del proceso de mantenimiento preventivo planificado. En la etapa de diseño se consideraron los procedimientos del plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de fallas porque en la aplicación de la auditoria dentro del departamento de mantenimiento se obtuvo un 49,94% siendo el más bajo de las tres sub etapas. Se implementó el plan de mantenimiento preventivo basado en el análisis de falla en Neonatología del HPGDR. Se controló los resultados alcanzados de gestión de acuerdo a los parámetros del programa de mantenimiento establecidos, considerando normativas y documentos técnicos especializados.

RECOMENDACIONES

- Por la falta de estudios sobre las soluciones para la gestión del mantenimiento hospitalario, Se recomienda vincular métodos de gestión de riesgos y manejo de recursos en investigaciones futuras para fortalecer los mecanismos en optimización de las actividades preventivas y vincular la administración adecuado de los correctivos.

- La localización de los recursos dentro del hospital siempre será un problema para enfrentar, por tal virtud se recomienda implementar algún tipo de sistema de codificación de barras o numérico especializado, para el control, gestión e inventario de repuestos y equipos.

- Se sugiere las actualizaciones y mejoras del software SGM pro en la entrega de reportes, edición de órdenes de trabajo y presentación de cronograma. Es importante también considerar que para futuras aplicaciones se tomen en cuenta versiones mejoradas que puedan incluir herramientas estadísticas y cálculos de indicadores de gestión.

- Se recomienda definir el nivel de colaboración, logística, participación, compromiso y disponibilidad, del personal tanto técnico como administrativo para futuras implementaciones del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Alles M. (2006). Desempeño por competencias, evaluación de 360º, Buenos Aires: Ediciones Granica, pp. 6-18.

Accreditation Canada International (2014). Prácticas Organizacionales Requeridas.
http://es.slideshare.net/pomicin/manual-de-prcticas-organizacionales-requeridas
2015-05-15

Aranaz J, Aibar Remón, Vitaller Burillo & Mira Solves, (2008). Gestión sanitaria: Calidad y seguridad de los pacientes.
https://books.google.com.ec/
2015-05-15

Castellanos Cruz R. (2007). "Implementación de la estrategia" en Contribuciones a la Economía.
http://www.eumed.net/ce/2007b/rcc-0709.htm
2015-05-15

Castillón L. (2007). Introducción al mantenimiento biomédico, 1ra ed., Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, pp. 19-41.

Céspedes Ruiz A. (1981). Principios de la administración del mantenimiento.
https://books.google.com.ec/.
2015-06-13

Comité AEN/CTN 151 Mantenimiento, (2011). Terminología del mantenimiento EN.13306 Madrid: AENOR.
http://www.en.aenor.es
2015-04-18

Comité AEN/CTN 151 Mantenimiento, (2008). Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento UNE-EN 15341.
http://www.aenor.es
2015-04-18

Comité de acreditación del HPGDR, (2014). Plan estratégico del Hospital Provincial General Docente Riobamba.
http://hospitalriobamba.gob.ec/lotaip/PlanificacionEstra.pdf.
2015-05-10

Committee ISO/TC 176, (2015). ISO 9001:2008: Quality management systems, Requirements.
http://www.iso.org/
2015-05-28

Committee ISO/PC 230 (2011). ISO 10667:2011 Assessment service delivery, Procedures and methods to assess people in work and organizational settings
http://www.iso.org/
2015-05-28

Cruz A. M. (2012). Gestión tecnológica hospitalaria: un enfoque sistémico. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario, pp. 152-179.

Dessler Gary, (2001). Administración de personal. Octava edición, México DF: Pearson Educación, pp. 85-89.

Dhillon, B.S. (2002). Engineering maintenance. A modern approach. Boca Raton: CRC Press, pp. 3-22.

Diario los Andes, (2015). Hospital público Eugenio espejo Quito único Hispanoamérica recibir acreditación canadiense.
http://www.andes.info.ec
2015-06-28

Esparza L. (2015). Manual de procedimientos del programa de mantenimiento preventivo del Hospital Provincial General Docente Riobamba.
http://hospitalriobamba.gob.ec/
2015-07-20

Espinosa F. F. (2002). Auditoría para la Efectividad del mantenimiento.
http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/1-AUDITORIA_PARA_LA_EFECTIVIDAD_DEL_MANTENIMIENTO.pdf
2015-05-18

ECRI, (1995). Inspection and preventive maintenance.
http://es.scribd.com/
2015-07-22

ECRI, (2000). UMNDS Español – inglés por orden alfabético
http://www.uapered.org.ar/temp/ecri/pdf/speng_alfa.pdf

2015-08-12

Gómez de León F. (1998). Tecnología del mantenimiento industrial. Murcia: EDITUM, pp. 3-22.

INEC, (2011). Anuario de estadísticas hospitalarias: camas y egresos. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_ Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarios/Publicaciones-Cam_Egre_Host/Anuario_Camas_Egresos_Hospitalarios_2012.pdf
2015-07-25

Jezdimir knezevic, (1996). Mantenimiento.
http://www.sistemas.edu.bo/jorellana/ISDEFE/10%20Mantenimiento.PDF
2015-07-30

Juvé Durán D. (1999). Implementación de la estrategia.
http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/13220/6/Implementaci%C3%B3n%20de%20la%20estrategia%20(Parte%20cuarta).pdf
2015-06-28

Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, (2000). Administración de Operaciones.
https://books.google.com.ec/
2015-07-19

Madariaga J. (2004). Manual práctico de auditoría. Bilbao: Deusto, pp 78-79.

Malagón Londoño G. Galán Morera R & Pontón Laverde G. (2008). Administración hospitalaria. 3ª ed. Bogotá: Editorial Médica Internacional, pp. 182-279.

Mejía C. Elizabeth, (2013). Auditoría de gestión al proceso de compras del HPGDR.
http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2728
2015-06-19

Miranda Rivera L. (2006). Seis Sigma / Six Sigma: Guía Para Principiantes, 1ª ed. México: Panorama Editorial, p 78.

Moubray J. (1997). Reability Centred Maintenance, 2a ed, Oxford: Butterworth – Heinemann, pp. 22-133.

Nieto Vilardell (2013), Mantenimiento Industrial Práctico, Sevilla: Fidestec, p. 141.

Organización Mundial de la Salud, (2012). Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos.
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44830/1/9789243501536_spa.pdf
2015-08-10

Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. (2012). Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos, (1a ed.) Sevilla: Ingeman, pp. 2-6, 94-132.

Paramés Montenegro C. (1988). Introducción al Management.
https://books.google.com.ec/
2015-05-10

Porret Gelabert M. (2007). Recursos Humanos, dirigir y gestiona personas en la organización.
https://books.google.com.ec/
2015-05-10

Robalino M. (2014). Norma capacitación en seguridad de pacientes.
http://hospitalriobamba.gob.ec/lotaip/Norma6.pdf
2015-05-12

Robalino M. (2014). Norma programa de mantenimiento preventivo del Hospital Provincial General Docente Riobamba. Riobamba.
http://hospitalriobamba.gob.ec/lotaip/Norma7.pdf
2015-05-12

Roig Ibáñez J. (1996). El estudio de los puestos de trabajo.
https://books.google.com.ec/
2015-06-12

Rojas M. (2015). 44 hospitales buscan la acreditación canadiense.
http://www.telegrafo.com.ec
2015-07-12

Romero J. P. (2006). Implantación e Integración de Sistema de gestión integral.
Madrid: Editorial Visión Net, pp. 76-87.

Sánchez M, Cruz A & Rodríguez. (2001). Mantenimiento orientado a riesgos en un sistema de gestión tecnológica hospitalaria.

http://www.poz.unexpo.edu.ve/postgrado/uct/revista/index.php/uct/article/view/308/254
2015-08-12

Sánchez Marín F. Pérez Gonzáles A. Sancho Brú J. & Rodríguez Cervantes P. (2007), Mantenimiento mecánico máquinas.
https://books.google.com.ec
2015-05-06

Sexto L. F. (2013). Auditorías internas ISO 14001 según la ISO 19011.
http://se-gestiona.radical-management.com/
2015-06-04

Sols A. (2000). Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad.
https://books.google.com.ec/
2015-05-07

Sosa Vásquez T. (2014). Los secretos del mantenimiento industrial, México DF: Author House, p. 23.

Souris Jean-Paul (1992). Mantenimiento fuente de beneficios.
https://books.google.com.ec/
2015-05-17

Spencer Pickett K. H. (2007). Manual básico de auditoría interna.
https://books.google.com.ec/
2015-06-17

.

ANEXOS

ANEXO A. Encuesta para auditoría interna de la gestión del mantenimiento.

A) IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA			
* Llene por favor los espacios con la información pertinente			
A1) Nombre de la empresa:	**HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA**		
A2) Fecha de encuesta:			
A3) Nombre del entrevistado:			
A4) Cargo que desempeña:			
A6) Duración del turno de trabajo:			
A7) Número de personas de mantenimiento por turno:			
* En la o las opciones pertinentes marque con una X			
A8) Posee departamento de mantenimiento:		*Si:* ( )	*No:* ( )
A9) El personal que realiza el mantenimiento es:	*Contratistas:* ( )	*Especialistas:* ( )	
	Técnicos propios: ( )	*No hay:* ( )	
A10) Tipos de mantenimiento que se aplican:	*Correctiva:* ( )	*Preventiva* ( ):	
	Monitoreo de condición: ( )	*Predictiva:* ( )	
A11) Existe bodega de mantenimiento:		*Si:* ( )	*No:* ( )
B) CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCIÓN			
Marque con una **X** en el espacio entre paréntesis de la respuesta pertinente			
B1) ¿Las áreas de servicio en el Hospital son separadas por algún criterio?	Ninguna: ( )	Parcial( )	Todas:( )
B2) ¿Identifican por código los equipos?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
B3) ¿Tienen clasificado los equipos según su criticidad ante una falla?	No: ( )	Algunos( )	Todas:( )
B4) ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
B5) ¿Tiene un inventario que describa e identifique todos los equipos?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
B6) ¿Tiene líneas en paralelo en su sistema de alimentación de (electricidad, vapor, agua y otros recursos)?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
B8) ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos que representan para el personal y el medio ambiente?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
B10) ¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C) MANEJO DE LA INFORMACIÓN SOBRE LOS EQUIPOS			
C1) ¿Poseen los catálogos e información técnica de todos los equipos?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )

Continúa →

C3) ¿Tienen procedimientos de trabajo de mantenimiento establecidos?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C4) ¿Poseen cada equipo un programa de trabajos de mantenimiento?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C5) ¿Poseen registros del mantenimiento de cada equipo?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C6) ¿Tienen registros de funcionamiento de cada mantenimiento?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C7) ¿Tienen un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C8) ¿Tienen clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C12) ¿Tienen clasificados a los proveedores de partes y piezas?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C13) ¿Tienen registros de los técnicos que intervienen en el mantenimiento de los equipos?	No: ( )	Algunos( )	Si: ( )
C14) ¿Tienen un programa de capacitación en aspectos de actividades de mantenimiento?	No: ( )	Parcial ( )	Si: ( )
D) ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL			
D1) ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno: ( )	Algunos( )	Todos: ( )
D2) ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantenimiento?	Ninguno: ( )	Algunos( )	Todos: ( )
D3) ¿Se reportan fallas suscitadas en los equipos con sus tiempos de ocurrencia y duración?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
D5) ¿Se realiza el diagnóstico de una falla?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
D6) ¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuesto?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
D8) ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	No: ( )	Parcial: ( )	Si: ( )
D9) ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
D11) ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y no programados?	No: ( )	Parcial: ( )	Si: ( )
D12) ¿Tiene cuantificado el tiempo por fallas?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
D13) ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectivo el mantenimiento?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
D15 ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las ordenes de trabajo?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
E) ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO			
E3) ¿Tiene definido cuánto gana cada	Ninguno: ( )	Algunos:( )	Todos: ( )

Continúa →

técnico de mantenimiento por hora?			
E4) ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada equipo?	No: ( )	Algunos:( )	Total: ( )
E8) ¿Sabe el valor del presupuesto anual para mantenimiento?	No: ( )	Parcial: ( )	Si: ( )
E9) ¿se define una carga laboral para el mantenimiento?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
E10) ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No: ( )	Parcial: ( )	Si: ( )
E11) ¿Lleva un control de gastos de mantenimiento por equipo?	No: ( )	Alguno( )	Si: ( )
E14) ¿Se subcontrata servicios de mantenimiento externo para equipos complejos?	No: ( )	Algunos:( )	Si: ( )
F) EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL			
F1) ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	No: ( )	Algunos:( )	Si: ( )
F2) ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	Ninguno: ( )	Algunos( )	Todos:( )
F3) ¿Se emite órdenes de trabajo (OT) para las actividades de mantenimiento?	Ningún: ( )	Algunos:( )	Todos:( )
F4) En tiempo promedio ¿Sabe Cuánto se demoran para realizar una OT?	No: ( )	Parcial: ( )	Si: ( )
F5) ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una OT?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
F6) ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo?	No: ( )	Alguno ( )	Si: ( )
F7) ¿Tiene definido los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?	No: ( )	Parcial ( )	Si: ( )
F10) ¿Cómo es la relación entre la gente de Servicio Hospitalario y la gente de mantenimiento?	Mala: ( )	Regular ( )	Buena( )
F11) ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia mantenimiento?	Mala: ( )	Regular ( )	Buena:( )
F12) ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento?	Mala: ( )	Regular ( )	Buena( )
F13) ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento?	No: ( )	Parcial ( )	Si ( )
F14) ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantenimiento?	Bajo: ( )	Normal ( )	Alto: ( )
F15 ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para el mantenimiento?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )
F16 ¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?	No: ( )	Algunas( )	Si: ( )

Fuente. Espinosa F., 2002, p. 10

ANEXO B. Factores ponderados de cada uno de los aspectos del análisis de criticidad

- Factor de frecuencia de fallos

Tabla B1: Escalas del factor de frecuencia de fallos

Escala	(FF)
4	Frecuente: Mayor a dos eventos al año
3	Promedio: 1 y 2 eventos al año
2	Bueno: entre 0,5 y un año al año
1	Excelente: menos de 0,5 eventos al año

Fuente. Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p.94.

- Factores consecuencia (IO),(FO),(CM) y (SHA):

Tabla B2: Escalas del aspecto operacional y servicio

Escala	**(IS)**	**(IO)**
10	Apoyo vital	Suspensión del servicio en un 75%
9	Cirugía y cuidados intensivos	
8	Fisioterapia y tratamiento	
7	Control de cirugía y cuidados intensivos	Suspensión entre (50% y 74%)
6	Control fisiológico adicional y diagnóstico	
5	Análisis del laboratorio	Suspensión entre (25% y 49)
4	Accesorios del laboratorio	
3	Computadoras y afines	Suspensión entre (10% y 24%)
2	Relacionados con el paciente y otros	
1		Suspensión menor al 10%

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Tabla B3: Escalas del Impacto de flexibilidad operacional

Escala	**(FO)**
4	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir el servicio, tiempos de reparación y logística muy grande.
2	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el servicio, tiempos de reparación y logística intermedios.
1	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños.

Fuente. Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p. 94.

Tabla B4: Escalas de aspectos de mantenimiento

Escala	(RM)	(CM)
5	Importantes: exige calibración y reemplazo de piezas periódicos	Contratación Integral por Precio Fijo
4	Superiores al promedio	Licitación
3	Usuales: verificación de funcionamiento y pruebas de seguridad	Cotización
2	Inferiores al promedio	Menor cuantía
1	Mínimos: inspección visual	Ínfima cuantía

Fuente. Parra Márquez C. & Crespo Márquez A. 2012, p. 94.

Tabla B5: Escalas del Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente

Escala	Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente
8	Riesgo de muerte del paciente
6	Posible lesión del paciente o el operador
4	Tratamiento inapropiado o error de diagnóstico
3	Daño al equipo
1	Sin riesgo significativo identificado

Fuente. Robalino 2013, p. 16

ANEXO C. Pasos a seguir y hoja de evaluación analisis de modo y efecto de falla *AMEF* de proceso

Descripción del componente	Función o requisitos del componente	Modo de falla	Efecto de Falla	Causa de falla	Actividades preventivas actuales	O	S	D	*NPR*	Nuevas actividades preventivas	O	S	D	*NPR*

Probabilidad de ocurrencia de la falla: Improbable: 1 (una falla a los 5 años) Muy baja: 2-3 (una falla a los 3 años) Media: 4-6 (una falla a los dos años) Alta: 7-8 (una falla al año) Muy alta: 9-10 (dos o más fallas por año).	Rangos de severidad de la falla: Muy baja: 1 (Daños al equipo, con reparación inmediata) Baja: 2-3 (Daños al equipo, con reparación costosa) Media: 4-6 (Daños severos, no reparables en equipos) Alta: 7-8 (suspensión del servicio o lesiones leves) Muy alta: 9-10 (Lesiones graves, muerte o pèrdidas económicas considerables)	Probabilidad de detección de la falla: Alta: 1 (Evidentes fallas potenciales, desgaste de elementos de partes visibles o externos) Media alta: 2-5 (puede pasar con frecuencia, modos de falla muy probables) Media: 6-8 (podría ocurrir, y se ha detectado agentes externos que deterioran los elementos) Muy baja: 9 (fallas en sistemas redundantes y de seguridad, con bajo control del diseño) Improbable: 10 (No hay control de diseño, alta incertidumbre)	Número de prioridad de riesgo: Alto riesgo de falla: 500-1000 Riesgo medio :135-499 Bajo riesgo: 1-34 No existe riesgo: 0

Proceso:

a) Determinación del equipo o instalación a analizar.
b) Determinar los posibles modos de falla.
c) Listar los efectos de cada posible modo de falla.
d) Asignar el grado de severidad de cada efecto, considerando si el fallo ocurre.
e) Asignar el grado de ocurrencia de cada modo de falla.
f) Asignar el grado de detección de cada modo de falla.
g) Calcular el *NPR* (Numero Prioritario de Riesgo) de cada efecto. (*NPR*=Severidad*Ocurrencia*detección).
h) Priorizar los modos de falla.
i) Citar las acciones preventivas para eliminar o reducir el riesgo del modo de falla.
j) Calcular el nuevo resultado del *NPR* para revisar si el riesgo ha sido eliminado o reducido.

Nomenclatura:
NPR: Número prioritario de Riesgo, O: Nivel de ocurrencia, D: Nivel de detección, S: Nivel de severidad, T: Temperatura, *AMEF*: Análisis de Modo y Efecto de Falla.

Fuente. Miranda Rivera L., 2006, p. 78

ANEXO D. Procedimiento de programación de actividades por método *PERT/CPM*

a) Generar tabla de actividades
b) Generar diagrama de red
c) Calculo de ocurrencia más temprana
d) Calculo de ocurrencia más tardía
e) Calculo de ruta critica
f) Calculo de holguras
g) Diagrama de Gantt vasado en *PERT/CPM*

Enfoque CPM:

1) Tiempo de inicio temprano: Es el tiempo más temprano posible para iniciar una actividad

ES = EF más alto de la(s) actividad(es) anterior(es)

2) Tiempo de terminación temprano: Es el tiempo de inicio temprano más el tiempo para completar la actividad

EF = ES de la actividad más duración de la actividad

El ES y el EF se calculan recorriendo la red de izquierda a derecha

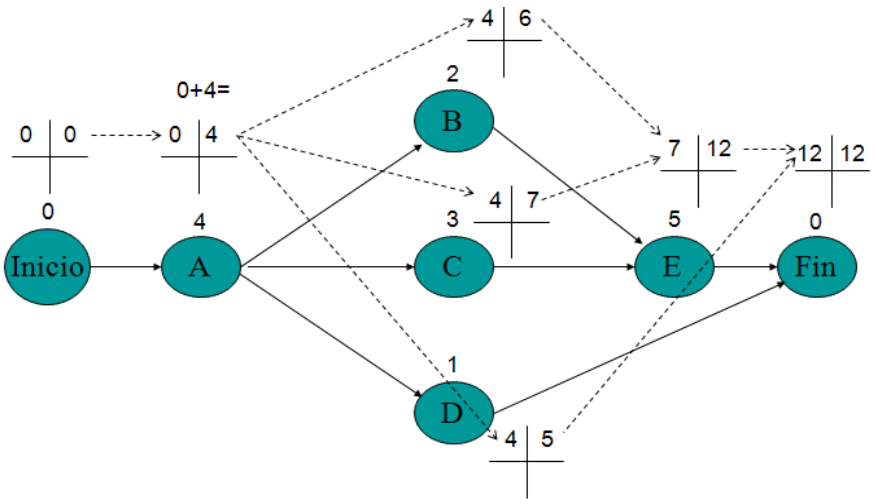


Figura D1. Ejemplo de aplicación de método *PERT/CPM*
Fuente. http://www.auladeeconomia.com

3) Tiempo de terminación más lejana: Es el tiempo más tardío en que se puede completar la actividad sin afectar la duración total del proyecto

LF = LS más bajo de la(s) actividad(es) próxima(s)

4) Tiempo de inicio más lejano: Es el tiempo de terminación más lejano de la actividad anterior menos la duración de la actividad

LS = LF de la actividad – duración de la actividad

Para calcular LF y LS la red se recorre de derecha a izquierda

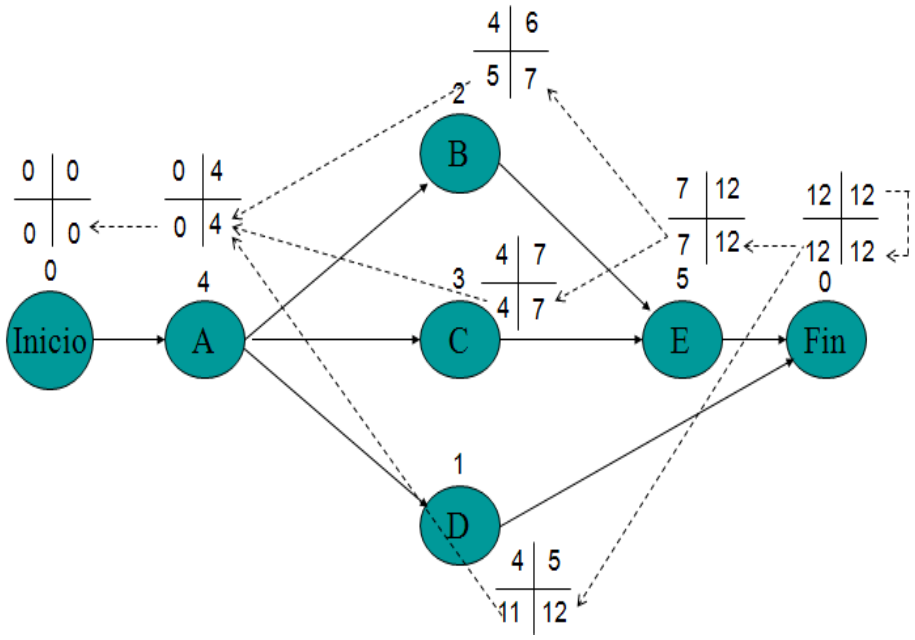


Figura D2. Ejemplo de cálculo de la ruta crítica mediante método *PERT/CPM*
Fuente. http://www.auladeeconomia.com

5) Se calculan las holguras, tiempo que se puede atrasar una actividad sin afectar la duración total del proyecto

H = LF – EF

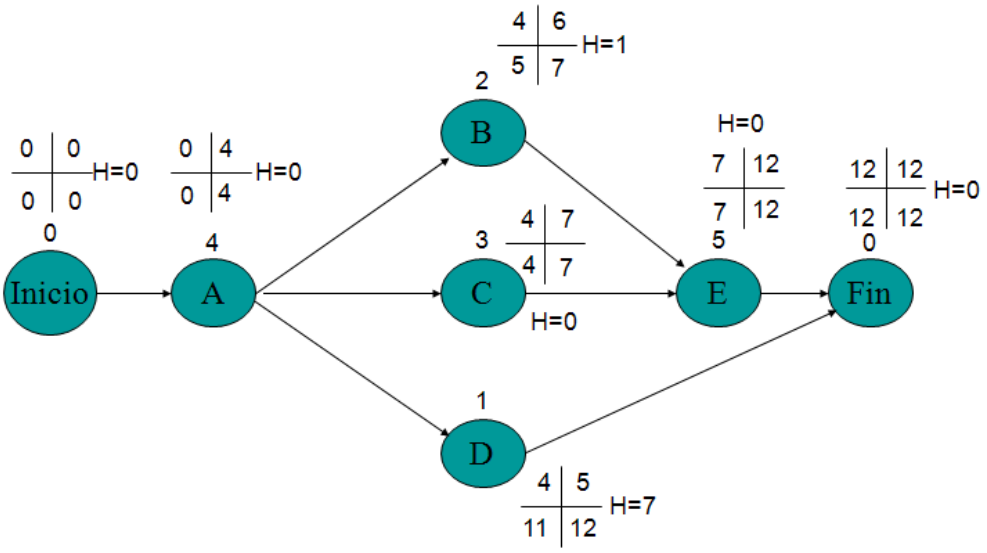


Figura D3. Ejemplo de cálculo de las holguras en la ruta crítica
Fuente. http://www.auladeeconomia.com

Nota. La ruta crítica comprende todas sus actividades con holgura igual a cero.

Generalmente se marca en la red la ruta crítica

La ruta crítica implica administrar los recursos de la mejor y para el ejemplo tenemos:

Inicio – A – C – E – Fin.

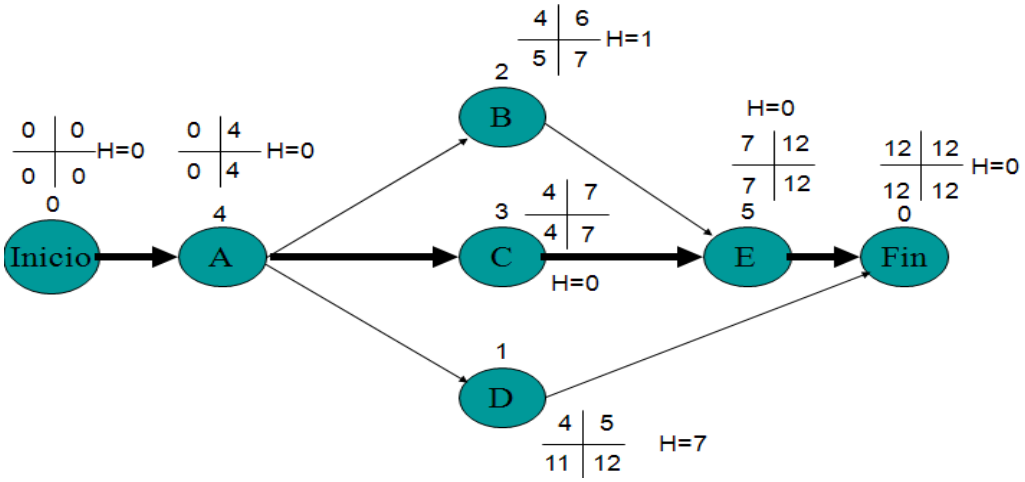
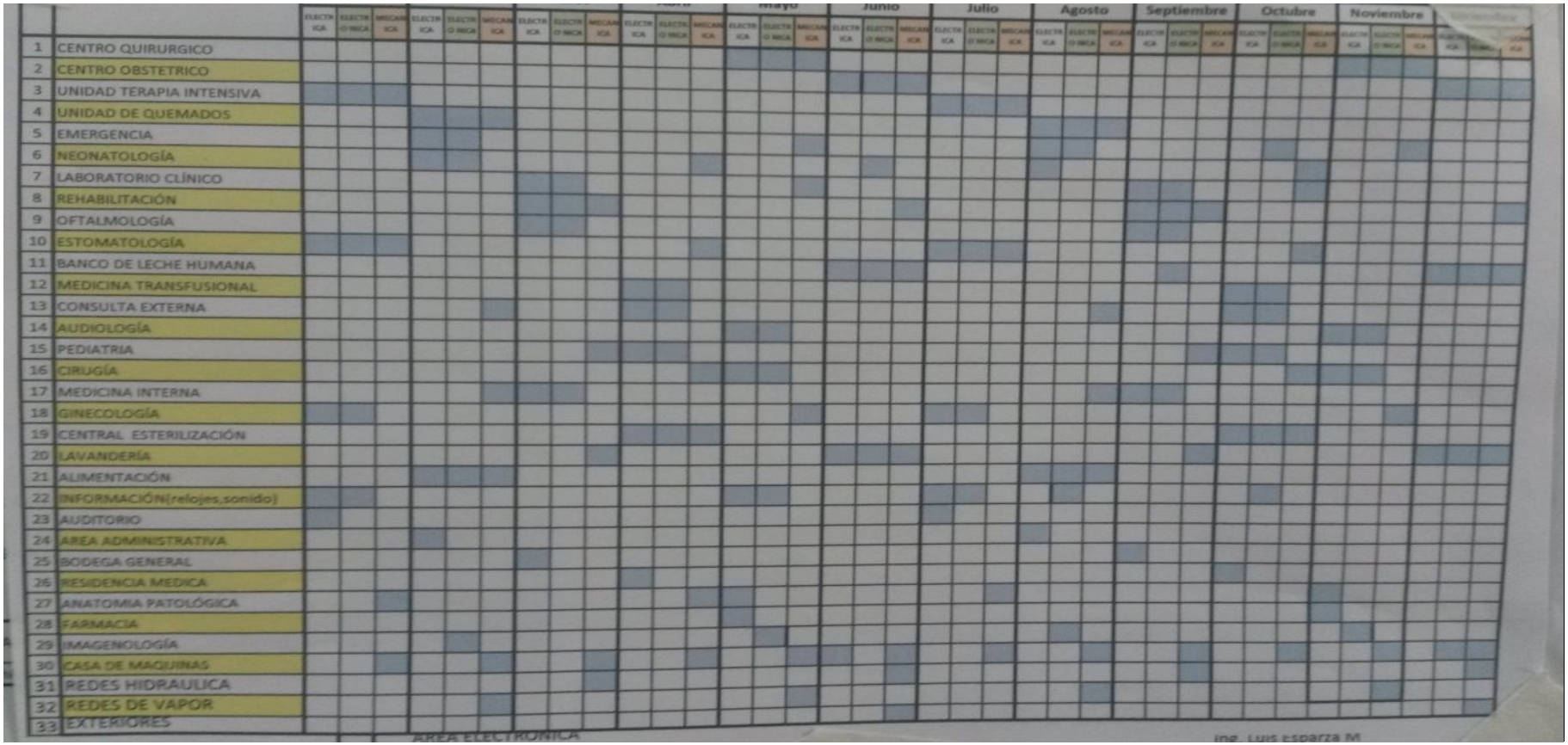


Figura D4. Ejemplo de ruta crítica calculada
Fuente. http://www.auladeeconomia.com

ANEXO E. Cronograma de mantenimiento preventivo anual del *HPGDR*



Fuente. Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*

ANEXO F. Codificación de repuestos y materiales de la bodega de mantenimiento.

Para el contexto en estudio se cree importante considerar los siguientes aspectos para codificar los repuestos:

Figura H1. Numeración propuesta para la codificación
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

EL NÚMERO DE EQUIPO, que se lo encuentra en el inventario.

NÚMERO DE COMPONENTE, que se lo encuentra en la tabla del análisis *AMEF* de cada equipo.

UBICACIÓN EN LA ESTANTERÍA, que se puede asignar según el criterio de distribución del encargado de bodega, tomando en consideración el ordenamiento en cada nivel.

Tabla H1. Nomenclatura para los principales elementos de codificación

Clasificación de los repuestos	
a	Piezas sometidas a desgaste
b	Consumibles
c	Elementos de regulación
d	Piezas móviles
e	Componentes electrónicas
f	Piezas estructurales

Necesidades de STOCK	
A	Piezas que es necesario mantener en Stock en plar
B	Piezas que es necesario tener localizadas, con proveedores, teléfonos, plazos de entrega.
C	Piezas que no es necesario prever, pues un fallo en ellas no afecta a la disponibilidad de la planta.

Fuente. Aguilera Nieves A 2011, p. 161

ANEXO G. Manual de utilización de DS for Windows 2, EXCEL y SGM pro para método PERT / CPM.

El Autor cree conveniente elaborar un manual que describa los procedimientos adecuados en la utilización de sistemas informáticos, para determinar la ruta crítica y los Tiempos Mínimos de intervención.

a) Selección del historial plan de mantenimiento: en SGM pro, se localiza el mudulo Reportes y se elige el ítem Plan de Mantenimiento, para de esa manera poder seleccionar el plan anual. .

Figura G1. Historial Plan de mantenimiento y opción para generar nuevo plan.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

b) Creacion del plan de mantenimiento en EXCEL: se puede visusalizar las actividades de cada equipo distribuidas por frecuencia y duración en cada semana del año. Previamente se asigna los recursos y responsables a la actividad de mantenimiento preventivo por cada semana.

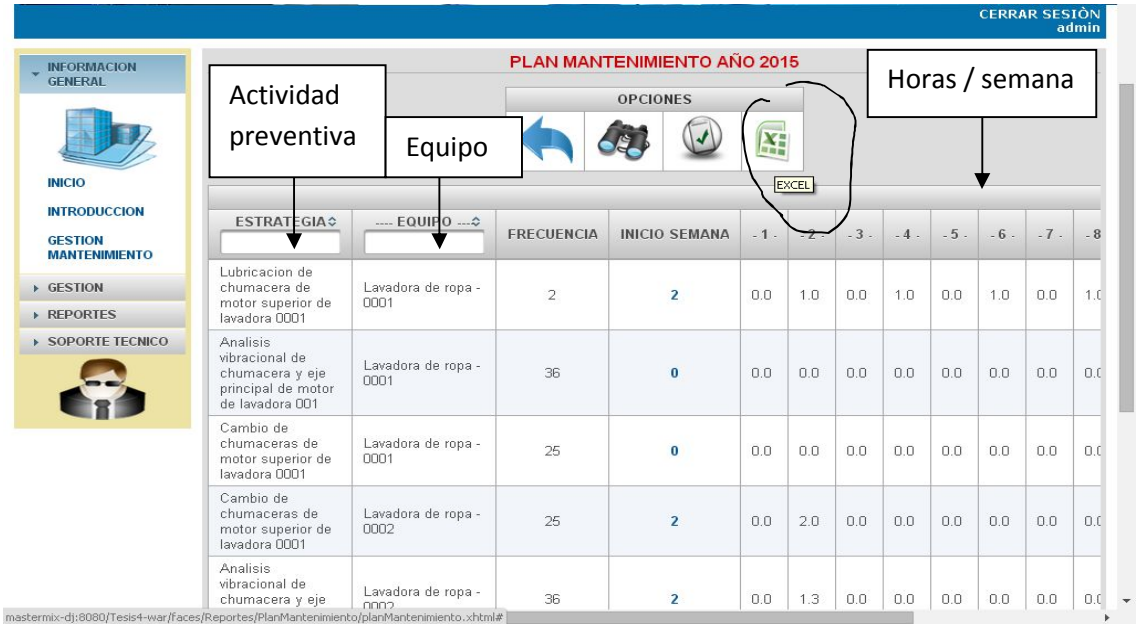


Figura G2. Descripción del plan de mantenimiento
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

c) Selección de las actividades y semana del plan de anual:

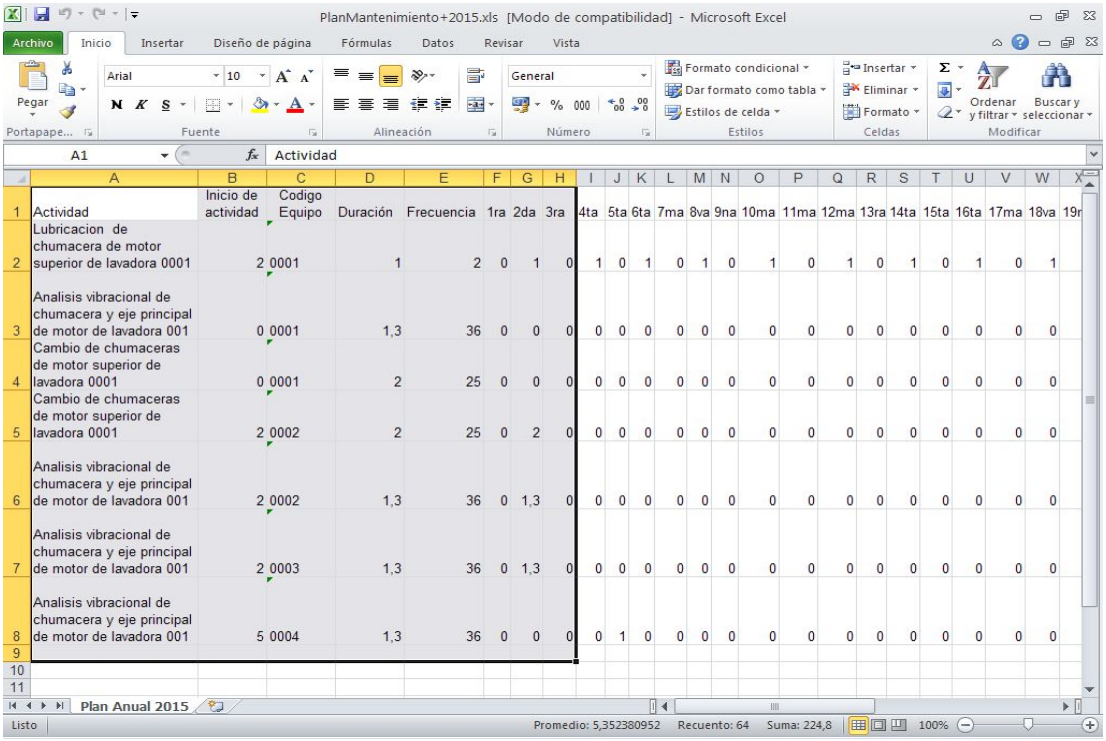
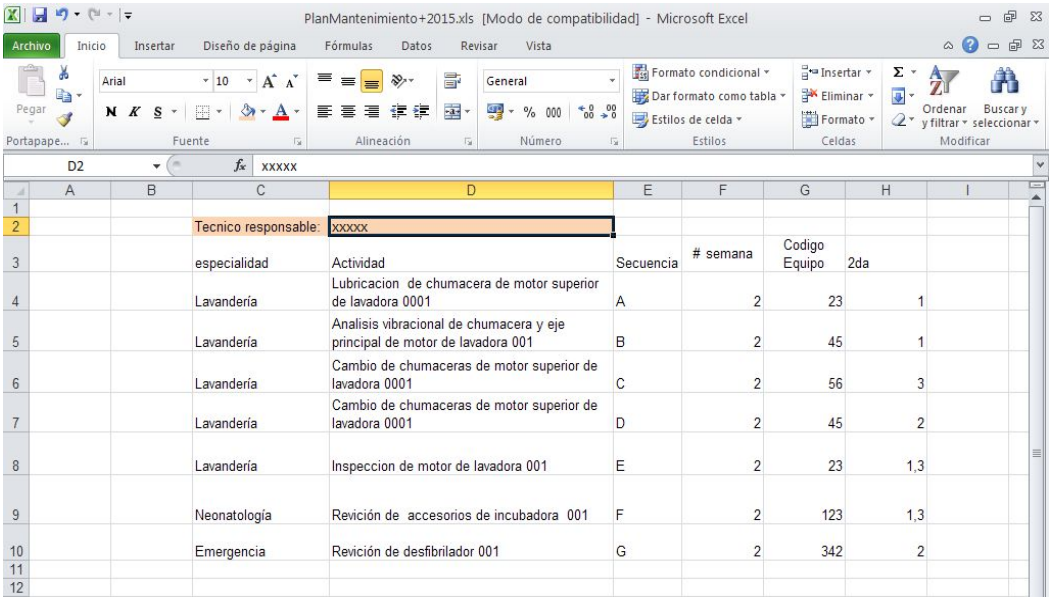


Figura G3. Selección de grupo de actividades por técnico en la semana del plan.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

d) Selección de las actividades y semana del plan anual con la definición de la secuencia: Del plan de mantenimiento en EXCEL se elige el responsable de las

actividades para la semana. Se puede definir la secuencia tentativa de las actividades preventivas con letras mayúsculas alfabéticas.



		Tecnico responsable:	xxxxx				
		especialidad	Actividad	Secuencia	# semana	Codigo Equipo	2da
		Lavandería	Lubricacion de chumacera de motor superior de lavadora 0001	A	2	23	1
		Lavandería	Analisis vibracional de chumacera y eje principal de motor de lavadora 001	B	2	45	1
		Lavandería	Cambio de chumaceras de motor superior de lavadora 0001	C	2	56	3
		Lavandería	Cambio de chumaceras de motor superior de lavadora 0001	D	2	45	2
		Lavandería	Inspeccion de motor de lavadora 001	E	2	23	1,3
		Neonatología	Revición de accesorios de incubadora 001	F	2	123	1,3
		Emergencia	Revición de desfibrilador 001	G	2	342	2

Figura G4. Descripción de la frecuencia inicial y los tiempos estimados
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

e) Selección del módulo de PERT/CPM del programa DS for Windows 2: Despues de haber instalado el programa gratuito de DS for Windows 2, se procede a ejecutar el para luego seleccionar Proyect Management (*PERT/CPM*).

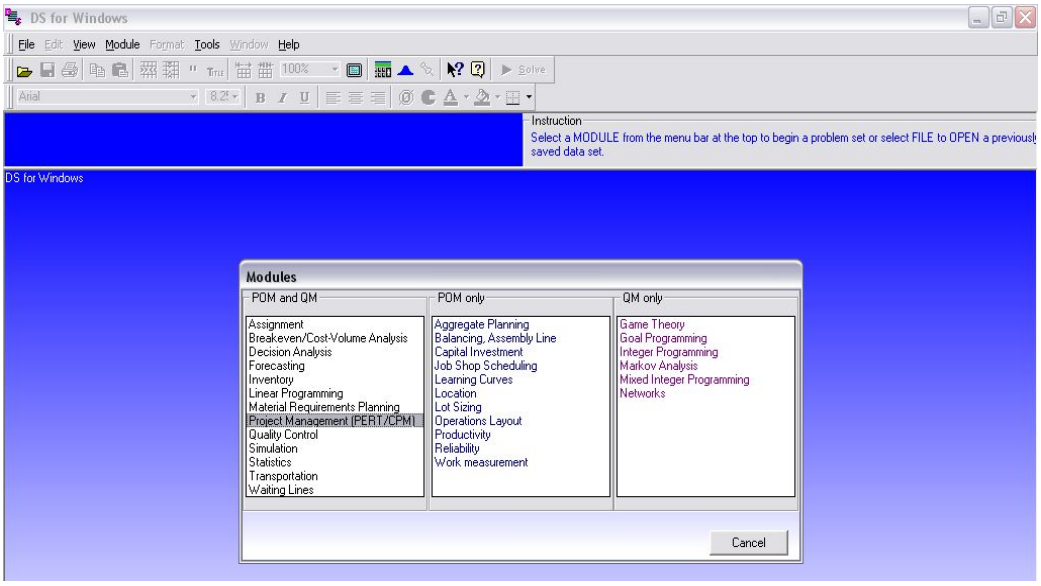


Figura G5. Selección del Módulo del proyecto *PERT/CPM*
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

f) Selección de Single Time Estimate en la farra de herramientas superior izquierda. Despues de haber seleccionado Proyect Management *PERT/CPM*, se procede a seleccionar Nuevo Documento en la parte superior izquierda y con ello el tipo de estimación singular, para ejemplos sin registro de tiempos.

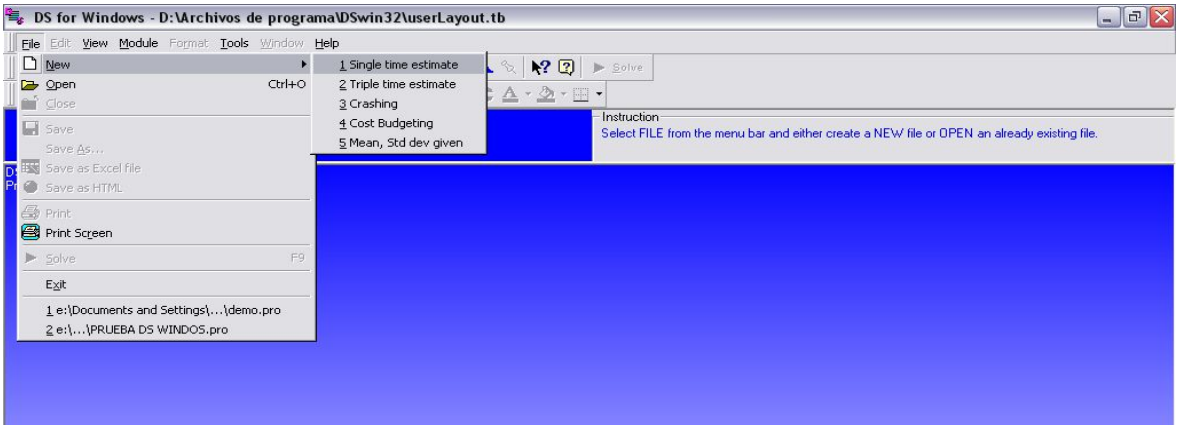


Figura G6. Selección de la estimación a base de un solo tiempo estimado
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

g) Descripcion del título de la secuencia y la nomenclatura a usar. Se procede a seleccionar nomenclatura alfabética mayúscula, con la particularidad de elegir el numero de tareas que van a ser analizadas.

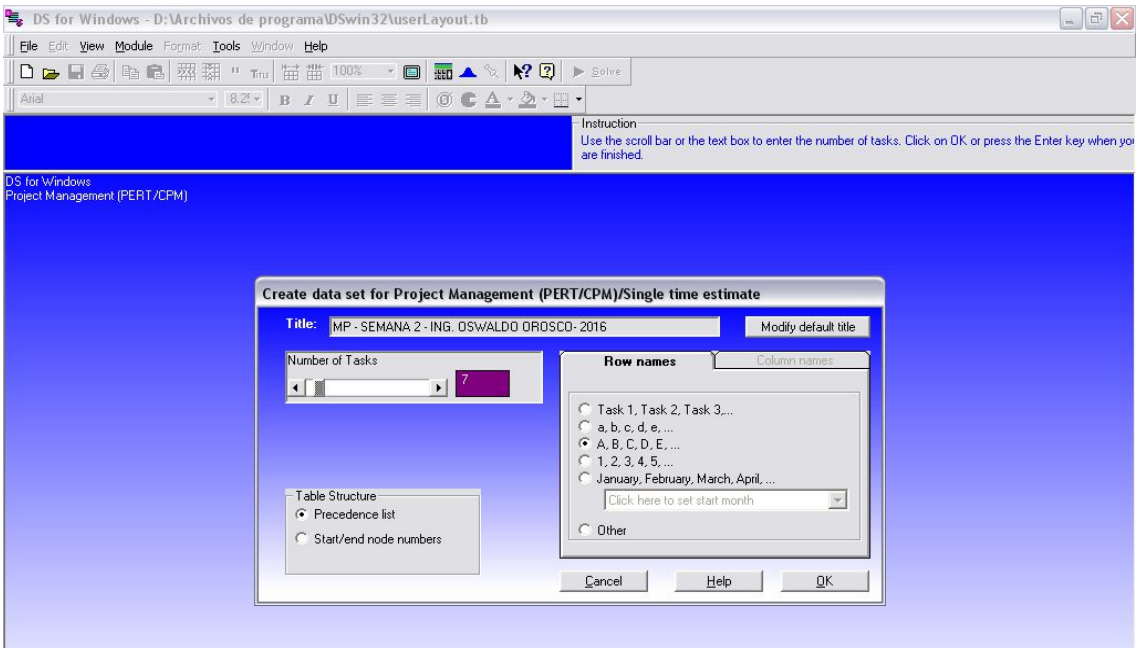
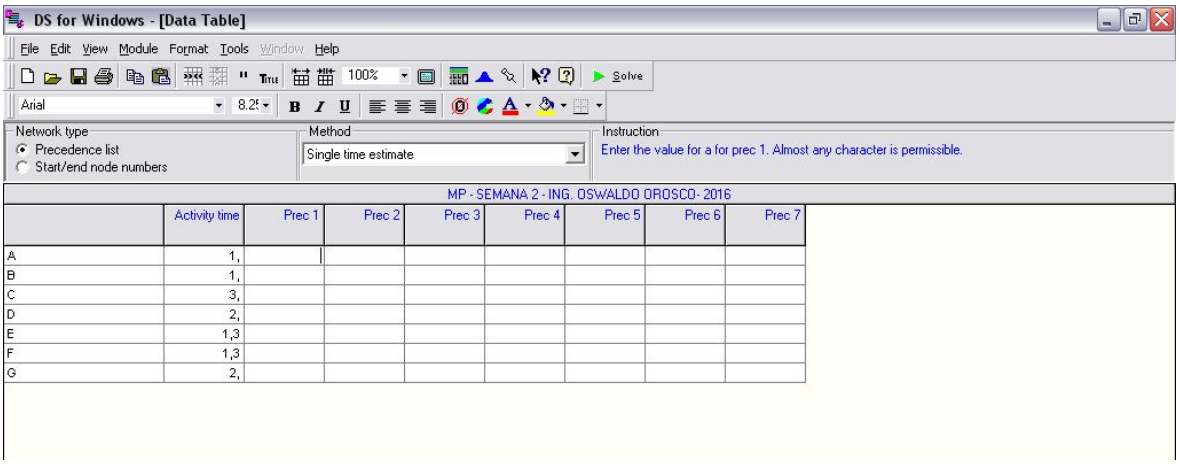


Figura G7. Creación del proyecto semanal *PERT/CPM* y selección del número de actividades
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

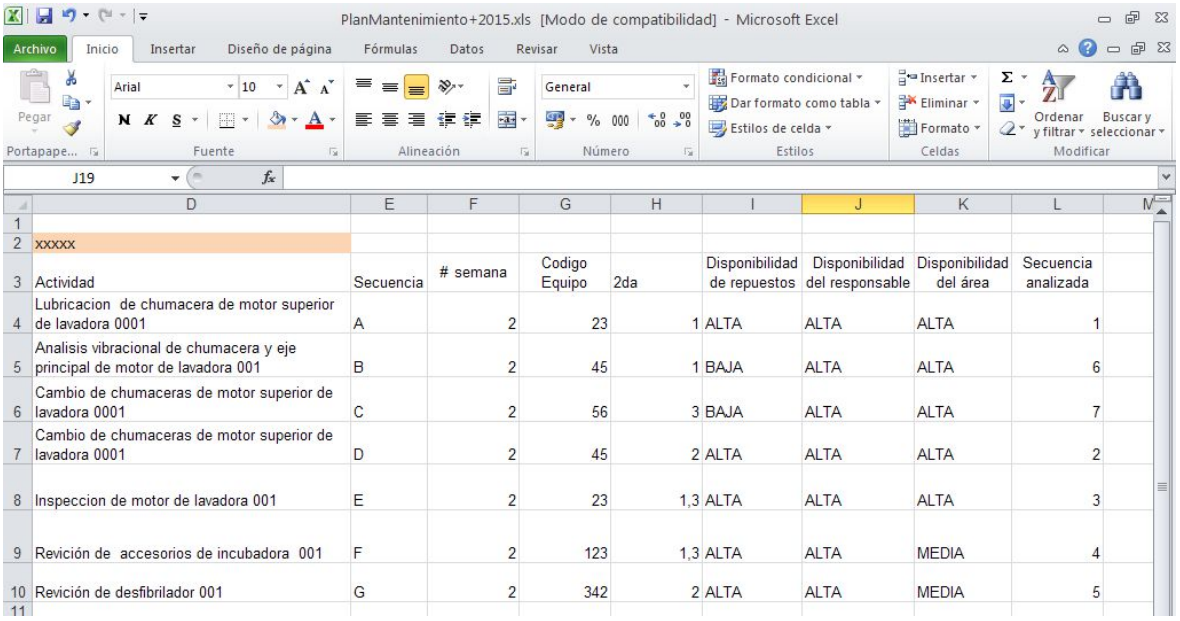
h) Ubicación de los tiempos y la secuencia inicial. De la la secuencia semanal perteneciente a determinado responsable, se coloca en la tabla de datos la secuencia inicial y los tiempos de ubicación.



	Activity time	Prec 1	Prec 2	Prec 3	Prec 4	Prec 5	Prec 6	Prec 7
A	1,							
B	1,							
C	3,							
D	2,							
E	1,3							
F	1,3							
G	2,							

Figura G8. Ubicación de los tiempos y la secuencia inicial.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

i) Análisis de la la disponibilidad de los recursos por cada actividad. En la tabla de secuenca inicial se completa con un análisis de disponibilidad de repuestos, responsable, area de servicio por cada actibidad y especialidad. Se identifica como prioridades a los aspectos de alta disponibilidad, de modo que se cite la nueva secuencia recomendada en numeros arábigos.



	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1									
2	xxxxx								
3	Actividad	Secuencia	# semana	Codigo Equipo	2da	Disponibilidad de repuestos	Disponibilidad del responsable	Disponibilidad del área	Secuencia analizada
4	Lubricacion de chumacera de motor superior de lavadora 0001	A	2	23	1	ALTA	ALTA	ALTA	1
5	Analisis vibracional de chumacera y eje principal de motor de lavadora 001	B	2	45	1	BAJA	ALTA	ALTA	6
6	Cambio de chumaceras de motor superior de lavadora 0001	C	2	56	3	BAJA	ALTA	ALTA	7
7	Cambio de chumaceras de motor superior de lavadora 0001	D	2	45	2	ALTA	ALTA	ALTA	2
8	Inspeccion de motor de lavadora 001	E	2	23	1,3	ALTA	ALTA	ALTA	3
9	Revición de accesorios de incubadora 001	F	2	123	1,3	ALTA	ALTA	MEDIA	4
10	Revición de desfibrilador 001	G	2	342	2	ALTA	ALTA	MEDIA	5
11									

Figura G9. Análisis de Disponibilidad de recursos para las actividades
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

.

j) Ubicación de las actividades predecesoras. Con ayuda de la secuencia recomendada por los análisis efectuados, se procede a ubicar en letras mayusculas los condicionantes respectivos a cada actividad. Se evidencia la interacción de los programas EXCEL y DS for Windows.

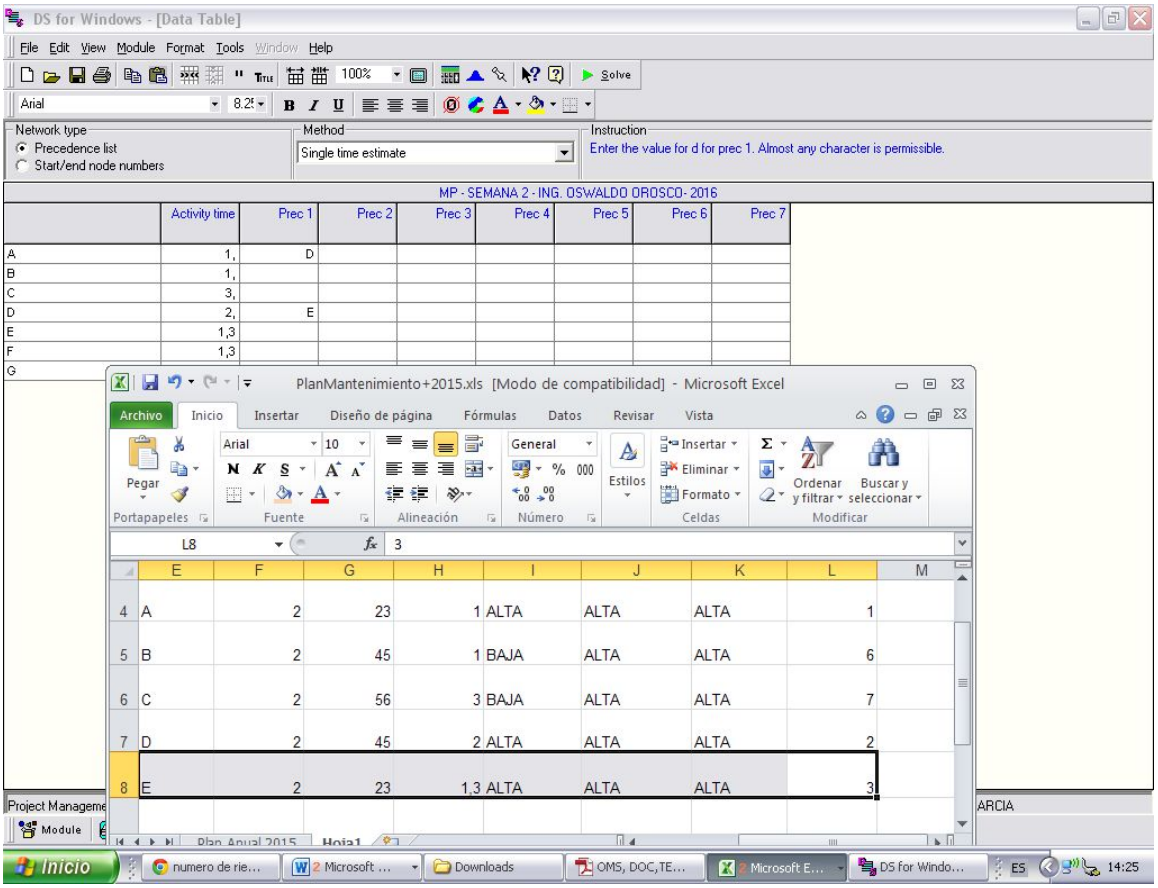


Figura G10. Determinación de las actividades predecesoras.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

k) Selección de Single Time Estimate en la farra de herramientas superior izquierda. Despues de haber seleccionado Proyect Management *PERT/CPM*, se procede a seleccionar Nuevo Documento en la parte superior izquierda y con ello el tipo de estimación singular, para ejemplos sin registro de tiempos.

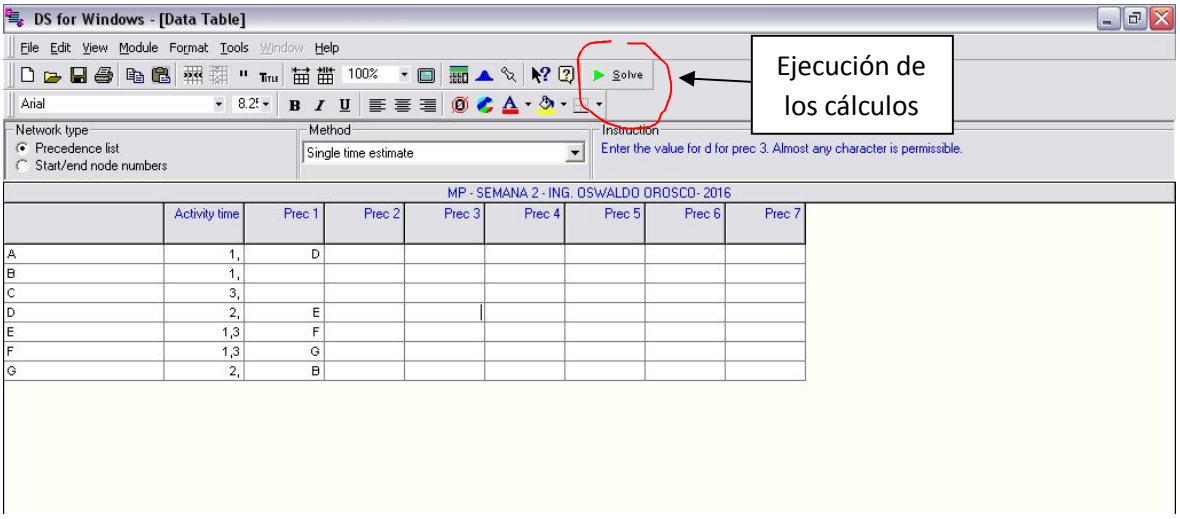


Figura G11. Ubicación de las actividades predecesoras
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

l) Visualizacion de la tabla de la ruta crítica y el Diagrama de Gantt. Si no haya ocurrido ningun en la ejecución de Solve, aparecera la tabla resultado cuando elija ventada de cascada, como muestra en la Figura:

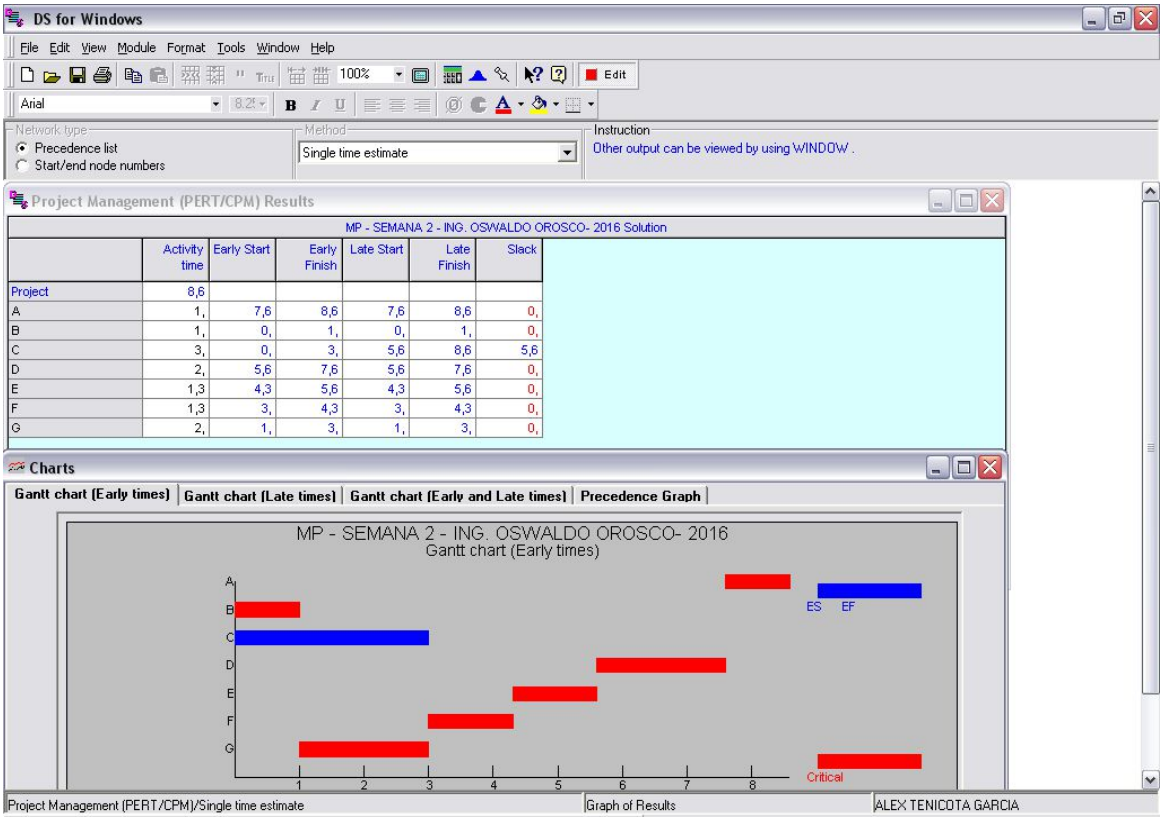
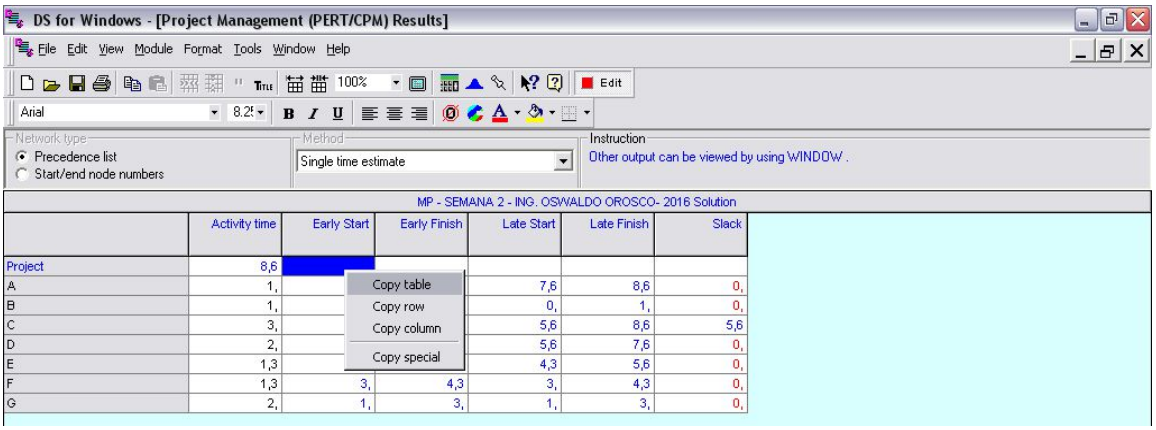


Figura G12. Visualización de la tabla calculada y el diagrama de Gantt.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

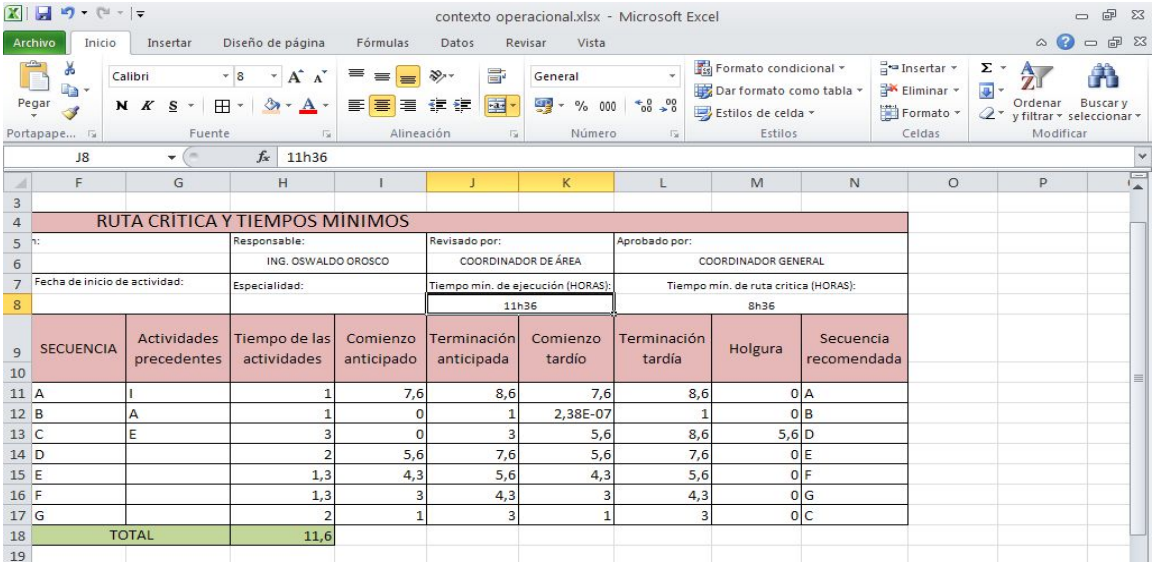
m) Copiar la Tabla calculada y llevarla a excel. Mediante click derecho y la opcion Copy Table, se traslada dicha tabla a excel para su estructuración con detalles en nuestro idioma.



	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	8,6					
A	1,			7,6	8,6	0,
B	1,			0,	1,	0,
C	3,			5,6	8,6	5,6
D	2,			5,6	7,6	0,
E	1,3			4,3	5,6	0,
F	1,3	3,	4,3	3,	4,3	0,
G	2,	1,	3,	1,	3,	0,

Figura G13. Copiar la tabla determinada y pasarla a Excel.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

n) Estructuracion de la tabla de la ruta critica. Y definicion de la nueva secuencia. Hay que tener en claro las unidades que se esta utilizando, en el caso de horas y sus decimales, es mejor transformarlos a horas y minutos, si es que esta expresado en numeros enteros. Las actividades con holgura CERO forman la ruta crítica las demas actividades se las traslada al final según la cantidad que tenga en holgura la mayor ira última.



RUTA CRÍTICA Y TIEMPOS MÍNIMOS

n:	Responsable:	Revisado por:	Aprobado por:
	ING. OSWALDO OROSCO	COORDINADOR DE ÁREA	COORDINADOR GENERAL
Fecha de inicio de actividad:	Especialidad:	Tiempo min. de ejecución (HORAS):	Tiempo min. de ruta critica (HORAS):
		11h36	8h36

SECUENCIA	Actividades precedentes	Tiempo de las actividades	Comienzo anticipado	Terminación anticipada	Comienzo tardío	Terminación tardía	Holgura	Secuencia recomendada
A	I	1	7,6	8,6	7,6	8,6	0	A
B	A	1	0	1	2,38E-07	1	0	B
C	E	3	0	3	5,6	8,6	5,6	D
D		2	5,6	7,6	5,6	7,6	0	E
E		1,3	4,3	5,6	4,3	5,6	0	F
F		1,3	3	4,3	3	4,3	0	G
G		2	1	3	1	3	0	C
TOTAL		11,6						

Figura G14. Diseño de la ruta crítica y tiempos mínimos de intervención preventiva por responsable en cada semana.
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

.

ANEXO H. Indicadores de gestión del mantenimiento

			Nivel de información					
Indicadores de control por equipos								
Nombre del indicador	Descripción	Formulación	P	C	E	A	CC	HOSP
Tiempo promedio entre fallas	Relación entre número total de equipos *(Nequip)* de una población por sus tiempos de operación *(Top)* y el número de fallas que han tenido *(nf)*	$TMEF = \frac{N_{Equip} \sum_{i=1}^{n} T_{op}}{n_f}$			X			
Tiempo promedio para reparar	Relación entre el tiempo total para reparar el equipo *(T)* y el número total de reparaciones *(n)*.	$TPR = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{n}$ $Ti \rightarrow$ Duración real en las OT.			X			
Tiempo promedio para intervenciones preventivas	Relación entre el tiempo total para realizar las intervenciones preventivas del equipo *(T)* y el número total de intervenciones *(n)*.	$TPP = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i}{n}$ $Ti \rightarrow$ Duración real en las OT.						
Tiempo promedio de cambio de estado	Relación entre la sumatoria de todos los tiempos de parada del equipo *(TP)* dividida por la cantidad de órdenes de trabajo *(n)*.	$TAT = \frac{\sum_{i=1}^{n} TP_i}{n}$ $TP = FH_{term} - FH_{inicio}$ en OT	X	X	X			
Costo del servicio frente al costo de adquisición	Relación entre el costo total del servicio de mantenimiento (CS piezas + mano de obra) y el costo de adquisición.	$CS / CA = \frac{CS}{CA} * 100$ $CA \rightarrow$ Ficha técnica. $CS \rightarrow$ OT.			X	X	X	X
Disponibilidad del equipamiento	Relación entre el número total de horas de trabajo calendario menos las horas de parada por mantenimiento (correctivo + planificado) y las horas calendario.	$D = \frac{T_{CAL} - T_{man}}{T_{CAL}} * 100$ $T_{CAL} \rightarrow$ Ficha técnica. $T_{mto} \rightarrow$ OT.			X	X	X	X

Fuente. Cruz A., M., 2010, p. 173

Nomenclatura:

P: Preventivo, C: Correctivo, E: Equipo, A: áreas, CC: Centro de Costo o servicio, HOSP: Hospital.

Los indicadores de la tabla anterior permiten emitir el siguiente resumen y consolidado de hoja de vida

Departamento Ingeniería Clínica CCCGR

Resumen de Historial de Equipo

27 August 2008

Equipo:	077 356109
Modelo:	ERGOCID
Genérico:	Electrocardiógrafo Ergométrico
Subdirección:	Vicedirección Facultativa
Centro de costo:	CONSULTA NEUROFISIOLOGÍA
Area:	CONSULTA FISIOLOGIA APLICADA
Costo Adq (UM):	13050.00
Fecha Adquisicion:	05/10/1997
Tiempo de Vida Util :	10
Periodo de análisis:	27 August 2000 a 27 August 2008

Cantidad de intervenciones preventivas	3				
Cantidad de intervenciones correctivas	2				
Total	5				
Total Horas preventivas/Promedio	1.60		0.5333		
Total Horas correctivas/Promedio	4.00		2.0000		
Total	5.60				
Disponibilidad Historica (%)	0.000				
Costo preventivo(salario+piezas)	2.421	+	0.000	=	2.421
Costo correctivo (salario+piezas)	7.448	+	0.000	=	7.448
Total	9.869	+	0.000	=	9.869
Costo Servicio/Costo Adquisicion	0.001				

Figura. Ejemplo de resumen de hoja de vida.
Fuente. Sistema Sysmancor, Cruz A., M., 2010

ANEXO I. Informe de Auditoría interna del Departamento de Mantenimiento

Hospital Provincial General Docente Riobamba.

Código: DM-AIM-01

Versión: 1

Fecha: 11/05/2015

a) TÍTULO DEL INFORME:

"Auditoría interna de la planificación del mantenimiento dentro del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*".

b) CRITERIOS DE AUDITORÍA:

- Proceso de Auditoría Interna del Mantenimiento:

Nivel de participación de auditoría: API/APA= 5/7= 0.71

Nivel de disponibilidad: (D/P*%)=6/8= 75%

- Riesgo de la auditoría asumido:

RA (riesgo de auditoría): (100-D/P*%)= 25%

- Criterios de evaluación:

Nivel aceptable: % (entre un 85 al 100)

Nivel de oportunidad de mejora o medio: % (entre un 60 al 84)

Nivel intolerable o de problemas severos: % (menores al 60)

Ver criterios en Tabla NO2 de complementos.

c) LÍDER DEL PROCESO:

Ing. Alex Tenicota

d) EQUIPO AUDITOR:

Ing. Oswaldo Orosco, Ing. Cesar Coral.

e) OBJETIVO:

Evaluar el proceso de planificación del mantenimiento con los aspectos establecidos para la efectividad del mantenimiento.

f) ALCANCE DE LA AUDITORÍA.

Establecer el nivel de desempeño de la planificación del mantenimiento, respecto a valores meta de efectividad de los aspectos definidos en la reunión previa. Se analizan las funciones de planificación de actividades de mantenimiento, con la participación de los Coordinadores y principalmente los Técnicos que hacen preventivos del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

g) METODOLOGÍA:

Las entrevistas se fundamentaron en la aplicación de los test de evaluación, a través de las cuales se puede identificar los aspectos de evaluación y cada uno de los ítems a tratar.

La lógica del proceso se referencio con la normativa ISO 19011:2012 (directrices para auditorías de sistemas de gestión), e ISO 9001:2008 (sistemas de gestión de la calidad).

- Reunión previa. Se socializa el proceso de auditoría, determinación de los aspectos a evaluar y las metas a alcanzar, definición de los participantes y la disponibilidad del personal auditor y auditado.
- Plan de auditoría. Se determinan los recursos y fechas de realización de la auditoría.
- Elaboración del test. Se estructura un check list de ítems agrupados en aspectos generales de auditoría los cuales pueden evidenciarse en el ANEXO A, que forman parte del proceso de planificación del mantenimiento.
- Inicio de Auditoría. Se entrega los test a cada auditado y respuestas a inquietudes del personal auditado por parte de los auditores.
- Ejecución de la Auditoría. Se completa los test y las posibles preguntas de complementación de los aspectos tratados y ajuste de algunos ítems.
- Aplicación de la técnica de evaluación. Se pondera y tabula los ítems y aspectos de la auditoría en hoja de Excel, diseño de los diagramas de radar y cálculo de los porcentajes de medidas, “hallazgos”.
- Resumen de resultados. Se enlista los criterios de auditoría con los hallazgos vs las metas determinadas.
- Reunión de socialización de resultados. Se presentan los hallazgos y observaciones encontradas.
- Correcciones previas al informe. Se adecuan los resultados con la presentación de puntos de vista y criterios técnicos del personal evaluado.

- Informe de las inconformidades encontradas. Se describen las fortalezas, oportunidades de mejor, no conformidades y riesgos para el proceso de planificación del mantenimiento.

Se utilizan los aspectos de efectividad de mantenimiento usados por Espinosa F. 2002 y la técnica de evaluación de escala por factor o lineales.

h) PERÍODO DE EJECUCIÓN DE LA AUDITORÍA:
20/05/2015 al 12/06/2015

i) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO INTERNO:
Para la descripción del procedimiento de mantenimiento según manuales se puede citar las siguientes etapas, considerando a los involucrados y las principales acciones:
- Solicitud de trabajo. Son realizadas por personal de áreas de servicio hospitalario, documentando la falla detectada. La solicitud genera la necesidad de intervención correctiva o preventiva según el caso.
- Registro del trabajo solicitante. Los coordinadores del departamento de mantenimiento según la necesidad identificada, toman nota del trabajo solicitado, asignan el número de folio y llenan la solicitud.
- Asignación del personal para el trabajo solicitado. Se valora la magnitud de la intervención requerida, determinando si los recursos existentes dentro de la organización son suficientes. La asignación del personal se lo hace proporcionalmente al trabajo encomendado de modo que el coordinador comunica y entrega la orden de trabajo al personal seleccionado.
- Realización del trabajo. Antes de la intervención el personal se presenta en el área de servicio para inspeccionar previamente y recopilar información que ayude a estructurar la lista de los recursos necesarios y de protección a usar. En el caso de no tener reparación, el personal realizará el informe detallado con la descripción de los daños
- Firma aceptación del trabajo realizado. Este proceso se lo efectúa llenada ya la Orden de Trabajo.
- Registro del trabajo realizado. Consiste en la supervisión del trabajo realizado con la evaluación de la eficiencia del trabajo, como semanalmente se estima la evaluación de la cantidad de las órdenes de trabajo por persona.

.

- Archivo de órdenes de trabajo. Las solicitudes de trabajo son archivadas por un período de cinco (5) años por el personal administrativo del departamento de mantenimiento.
- Copias de todos los documentos. Con el motivo de que sean visibles tanto en el departamento como en las áreas de intervención.

En cuanto a la planificación del mantenimiento se puede mencionar que dentro del Departamento se aplica el Plan de Mantenimiento Inicial, el cual es basado en instrucciones generales, disposiciones legales y recomendaciones de los fabricantes.

j) HALLAZGOS:

Se enuncian las fortalezas o buenas prácticas en la planificación del mantenimiento, luego se menciona las oportunidades de mejora que reflejan en acciones para mitigar posibles dificultades. Así mismo se define las inconformidades de acuerdo a un análisis de resultados medidos a través de cada ítem y resumidos en cada aspecto de auditoría.

- **Criticidad de rutas de inspección.** Es un aspecto que reúne siete (7) ítems que reúnen valores de hallazgo que son evaluados y comparados, con la meta establecida en la reunión inicial:

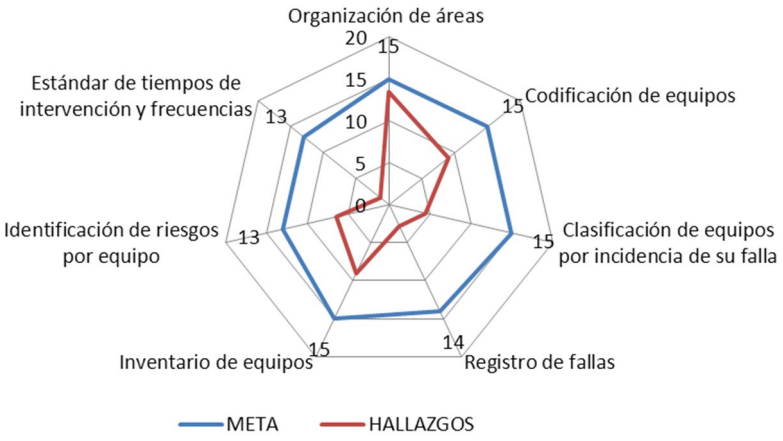


Figura I1: Diagrama de radar de la criticidad de rutas de inspección.
Elaborado por: Tenicota A. 2015.

La Figura I1, responde al siguiente análisis:

Fortalezas. Con 13,5/15 la "organización de las áreas" es considerada como uno de los ítems más relevantes y positivos, ya que el servicio hospitalario está regulado por

normativas importantes. Como hospital de 2do nivel acreditado, se puede encontrar a una organización bien definida y ordenada.

Oportunidades: La "codificación de equipos" con 9/15, porque los equipos poseen códigos por áreas pero debe existir codificación general que evidencie ubicación y la descripción del tipo de equipo. El "inventario de equipos" con 9/15, porque cada año se lo tiene que actualizar conforme a los equipos que se van dando de baja. La "identificación de riesgos", con 6,5/13 refleja que existen avisos y registros en la mayoría de los equipos, aunque el personal debe registrar qué acciones de bioseguridad se tiene que seguir.

Inconformidades. La "Clasificación de equipos por incidencia de su falla" con 4,5/15, refleja que varios equipos a responsabilidad del departamento, no se encuentran clasificados jerárquicamente por su criticidad. En otras palabras la clasificación de acuerdo a criterios de riesgo haciéndose la pregunta de; ¿qué pasaría si falla el equipo?. El "estándar de tiempos de intervención y frecuencias" con 1,3/13, refleja que los auditados no estiman cuanto tiempo se demora en cada actividad de mantenimiento.

- **Manejo de la información sobre los equipos.** Es un aspecto que reúne diez (10) ítems con valores de hallazgo que son evaluados y comparados con la meta establecida en la reunión inicial:

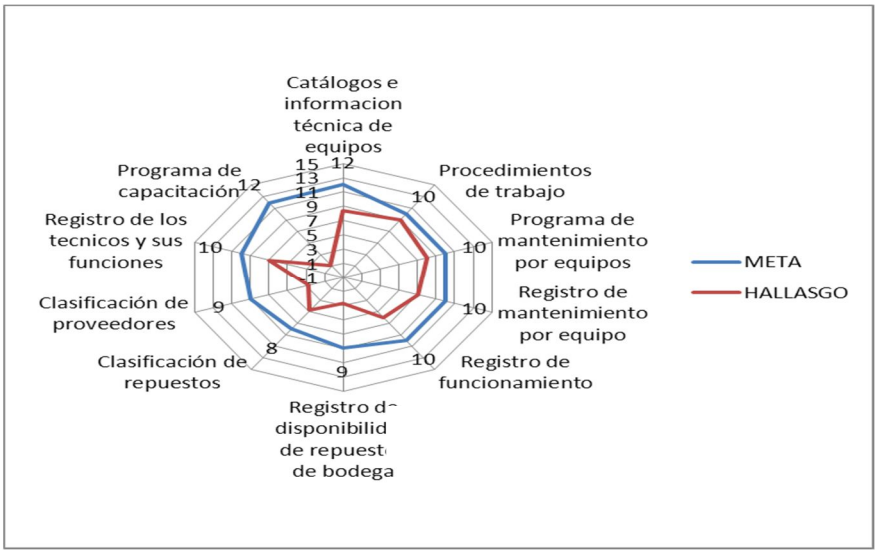


Figura I2: Diagrama de radar del manejo de la información sobre los equipos
Elaborado por: Tenicota A. 2015.

La Figura I2, responde al siguiente análisis:

Fortalezas: Se obtuvo 8,4/12 en "catálogos e información técnica de equipos", porque gran parte de los equipos los tienen, además se obliga la entrega en la recepción del proceso de adquisición. El ítem, "procedimientos de trabajo" con 9/10, debido a la restructuración resumida en el Manual de Procedimientos del Área de Mantenimiento, el cual fue socializado dentro del departamento. El "programa de mantenimiento por equipos" con 8/10 debido a la organización de bitácoras de mantenimiento por cada área de servicio, pudiendo programar y documentar las actividades de los equipos importantes. El "registro de mantenimiento por equipo" con 7/10 por la mayor parte de los equipos se registrado con exactitud lo que se realiza en cada intervención y las observaciones encontradas. El "registro de los técnicos y sus funciones" con 7/10 porque los lideres conocen las habilidades, destrezas, conocimientos y experiencia de sus Técnicos aunque el registro documental falta evidenciarlo.

Oportunidades. El "registro de funcionamiento" con 6/10 porque ocurre en equipos importantes, pero la información estadística generada no se utiliza para la planificación del Departamento de Mantenimiento. La "clasificación de los repuestos" con 4,8/8 porque falta evidenciar bajo qué criterios se clasifica y almacena en bodega, ya que hasta el momento solo se ha actualizado y ordenado.

Inconformidades: La "clasificación de proveedores" con 2,7/9, porque dentro del departamento no se clasifica por algún criterio de importancia y especialidad ni se maneja calificativos de calidad a los proveedores. El "programa de capacitación" con 1,2/12 por desconocimiento del personal, aunque se encuentre contemplado en el Manual de Procedimientos del Área, aún no se lo cumple, pero si en temas enfocados a salubridad y servicio. Con 2.7/9 en el "registro de disponibilidad de repuestos de bodega", porque falta establecer el stock mínimo y disponible. Es mejor sistematizar el registro de los repuestos.

- Estado del mantenimiento actual. Es un aspecto reúne once (11) ítems, que los hallazgos son evaluados y comparados con las metas establecidas en la reunión inicial:

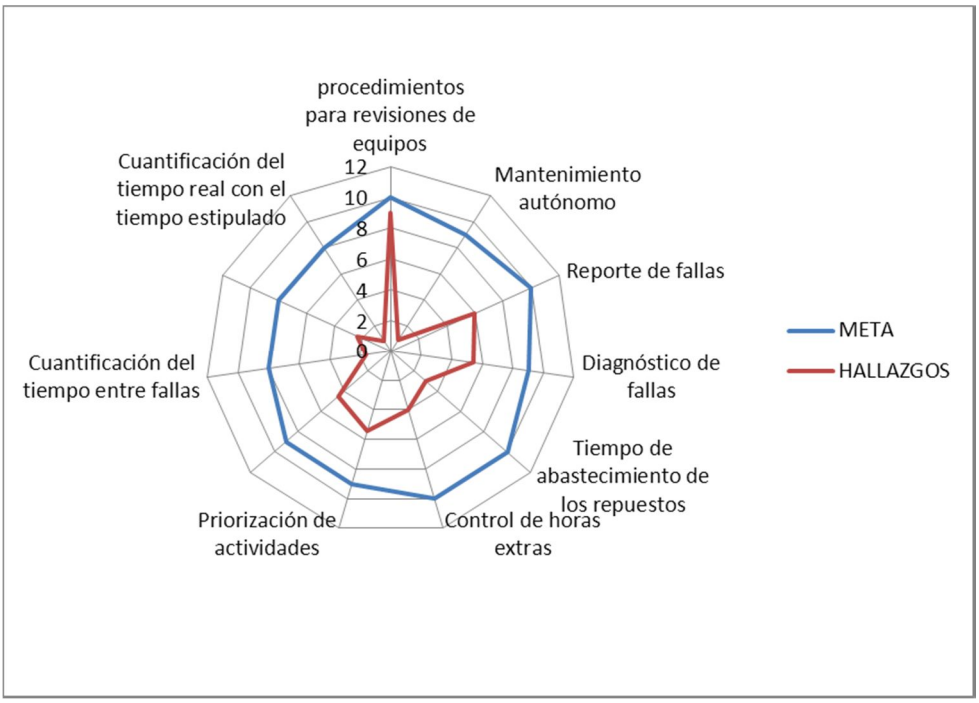


Figura I3: Diagrama de radar del estado del mantenimiento actual.
Elaborado por: Tenicota A. 2015.

La Figura I3, responde al siguiente análisis:

Fortalezas: En "procedimientos para revisiones de equipos" se obtuvo 9/10 por la existencia de protocolos de mantenimiento para gran parte de las actividades preventivas.

Oportunidades: El "reporte de fallas" con 6/10, por que se reportar las ocurrencias y posibles causas de los eventos, pero se debe hacer registros con tiempo de duración y efectos de las fallas. El "diagnóstico de fallas" con 5,4/9 aunque realizan el diagnóstico pero no se precisa con qué tipo de metodología lo hacen. La "priorización de actividades" con 5,4/9 porque se toma en cuenta el área de servicio hospitalario según el daño en forma momentánea, aunque se recomienda analizar el contexto operacional y los riesgos. El "control de horas extras" con 4/10 aunque las horas extras son retribuidas en tiempo de descanso o permisos, la medición y el control de los tiempos no es exacto. El "registro de trabajos de emergencia y no programados" con 4,5/9, aunque se documenta la mayoría de acciones imprevistas, no se lleva un control de cuantas actividades de ese tipo suscitaron por período.

Inconformidades: El "Mantenimiento autónomo" con 0,9/9 ya que el personal que opera los equipos, no tiene ninguna formación técnica, su participación en actividades de mantenimiento es nula. El "tiempo de abastecimiento de los repuestos" con 3/10 por que existen retrasos en el abastecimiento y no se precisa un tiempo medio de entrega de los recursos por proveedor. La "cuantificación del tiempo entre fallas" con 1,6/8, ya que no se realiza el estudio de fiabilidad en los equipos e instalaciones, y no se sabe cuántas veces han fallado los equipos considerando un intervalo de tiempo. La "cuantificación del tiempo de intervención del mantenimiento" con 2,4/8 porque no se cuantifica el tiempo de intervención pero se lo puede estimar por cada actividad de mantenimiento programada. La "cuantificación del tiempo real con el tiempo estipulado" con 0,8/8 ya que no se ha establecido ninguna clase de control de tiempos de ejecución dentro del departamento ni se ha determinado que actividades podrían ser medidas y controladas.

- **Antecedentes de costos de mantenimiento.** Es un aspecto que reúne siete (7) ítems que sus hallazgos son evaluados y comparados con las metas establecidas en la reunión inicial:

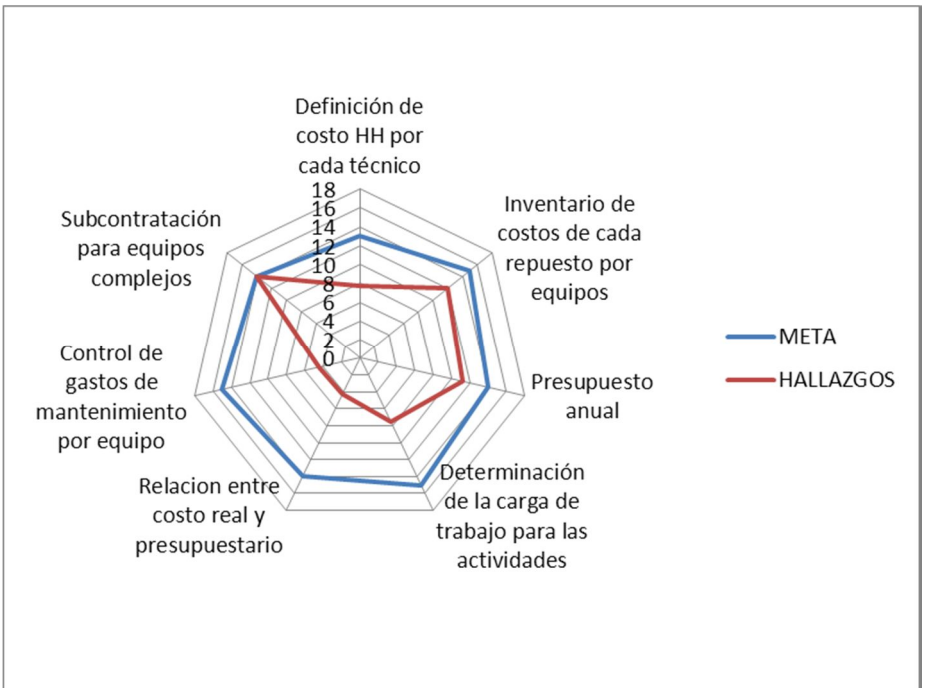


Figura I4: Diagrama de radar de los antecedentes de costos de mantenimiento.

Elaborado por: Tenicota A. 2015.

Se recalca que el control de los gastos generados se evidencia de forma general y periódica por el Departamento Financiero del *HPGDR*.

La Figura I4, responde al siguiente análisis:

Fortaleza. El "inventario de costos de cada repuesto por equipos" con 12/15 ya que el control es constante y se establece un proceso de adquisiciones bien definido. El "presupuesto anual" con 11,2/14 por ser un requisito del Departamento de Mantenimiento, se lo realiza anualmente y procurando su cumplimiento, debe ser socializado dentro del departamento. La "subcontratación para equipos complejos" con 14/14 porque dicho proceso es regulado y un ejemplo es la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares *SCAN,* para equipos de Radiología.

Oportunidades. La "definición de costo HH por cada técnico" con 7,8/13, porque existen diferencias en la capacidad, experiencia y conocimiento de cada Técnico, lo que ha hecho generalizarlo. La "determinación de la carga de trabajo para las actividades" con 7,5/15, porque se estima por especialidad técnica y experiencia, pero se podría implicar el costo de cada intervención por Técnico.

Inconformidades. La "relación entre costo real de mantenimiento y presupuestario" con 4,2/14 porque algunos desconocen dicho indicador, y muchas veces han encontrado que el costo real ha superado a lo presupuestado. El "control de gastos de mantenimiento por equipo" con 4,5/15, ya que algunos lo desconocen.

- **Efectividad del mantenimiento actual.** Es un aspecto que reúne doce (12) ítems que sus hallazgos son evaluados y comparados con metas establecidas en la reunión inicial:

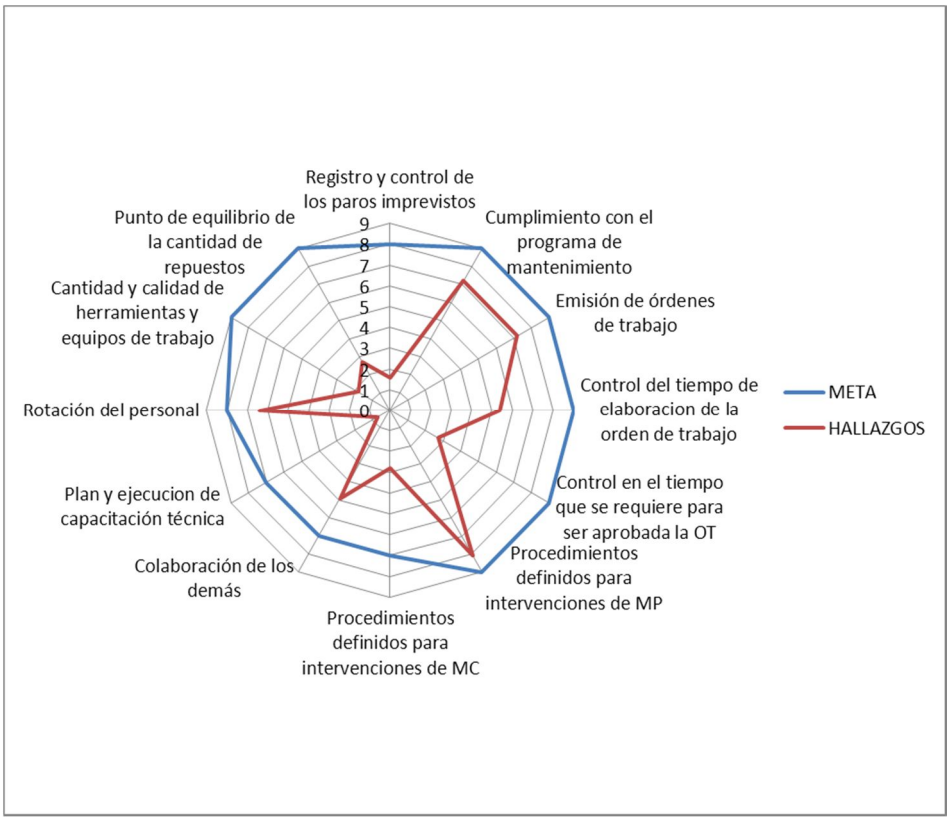


Figura I5: Diagrama de radar de la efectividad del mantenimiento actual.

Elaborado por: Tenicota A. 2015.

La Figura I5, responde al siguiente análisis:

Fortalezas. El "cumplimiento con el programa de mantenimiento" con 7,2/9 porque se ha evidenciado mejoras notables en la programación y el ordenamiento de las actividades preventivas, cumpliendo en buena parte lo programado. La "colaboración de los demás" con 4,9/7 ya que la mayor parte del personal de servicio médico ha mostrado su apertura para las intervenciones programadas pero hay acepciones. La "rotación del personal" con 6,4/8 ya que los coordinadores han podido distribuir el trabajo de manera equitativa y la alternancia es definida con anterioridad y reportada. La "emisión de órdenes de trabajo" con 7,2/9 ya que casi todas las intervenciones planificadas y trabajos menores cuentan con la emisión de las órdenes de trabajo. Los "procedimientos definidos para intervenciones de *MP"* con 8,1/9, por la existencia de protocolos de mantenimiento en las bitácoras por equipo, así también de un Manual de Procedimientos.

Oportunidades: El "control del tiempo de elaboración de la orden de trabajo" con 5,4/9 ya que algunos precisan la elaboración de las órdenes en un tiempo determinado de su turno, pero pueden mejorar digitalizando su ejecución. Los "procedimientos definidos para intervenciones de *MC"* con 2,7/7 porque algunos Técnicos describen los pasos a seguir cuando corrigen fallas pero falta documentar y argumentarlo en el manual de procedimientos.

Inconformidades. El "registro y control de los paros imprevistos" con 1,8/8 ya que muchas veces las intervenciones no programadas no se las ha podido reportar y registrar en un historial. El "plan y ejecución de capacitación técnica" con 0,7/7 porque la mayoría de Técnicos desconocen y no se lo ha ejecutado todavía, pese a que existe como evidencia en el manual de procedimientos. El "control del tiempo que se requiere para ser aprobada una OT" con 5,4/9, porque algunos Técnicos pueden estimarlo y el proceso de aprobación de la orden se puede mejorar en agilizar digitalmente. La "cantidad y calidad de herramientas y equipos de trabajo" con 1,8/9 porque la disponibilidad es baja y muchos aseveran que falta agilidad y control en adquisiciones y la planificación de los recursos. El "punto de equilibrio de la cantidad de repuestos" con 2,7/9 refleja que en gran parte de los repuestos, están registrados pero no se establece un equilibrio entre faltantes y sobrantes.

k) RIESGOS:

Las mencionadas razones expuestas en las inconformidades, se evidencia en el incremento de los tiempos de intervención del mantenimiento, aumentando los gastos, y con ello indicadores económicos de la organización.

Los riesgos se notan cuando el HALLAZGO es menor al valor de la META, por ello habría que revisar las inconformidades y las oportunidades de mejora encontradas. Se identifica los cinco (5) aspectos de auditoría, citando los riesgos que representan para la planificación del mantenimiento según los valores encontrados:

Criticidad de rutas de inspección: Errores en la planificación de los recursos. Aumento actividades no programadas y equipos fuera de servicio.

Manejo de la información sobre los equipos: Falta de evidencias de respaldo para enfrentar procesos de auditoría y acreditación. No presentación de indicadores medibles de importancia que recomiendan la OMS.

Estado del mantenimiento actual: Falta de priorización en actividades. Aumento en los retrasos de las actividades. Repetición de los mismos problemas. Falta de control.

Antecedentes de costos de mantenimiento: Errores en las compras y adquisición de repuestos

Efectividad del mantenimiento actual: Incremento de las horas extras, falta de control del desarrollo de las actividades.

l) CONCLUSIONES

El proceso de auditoría interna de mantenimiento determinó un nivel de eficiencia del **49,94** % de planificación del mantenimiento.

Los aspectos de auditoría reúnen elementos o ítems de consideración sumamente básicos, los cuales son de trascendencia y su aplicación reflejan resultados mínimos de gestión de mantenimiento hospitalario.

Los riesgos encontrados en el desempeño de la planificación influyen en la efectividad de la función del departamento y su gestión, por ello es importante considerar acciones de mejora.

Las acciones de mejora que tienen mayores resultados para aumentar el desempeño de planificación, son la aplicación de metodologías de gestión de mantenimiento, junto con un proceso de actualización y soporte de conocimientos.

La planificación del mantenimiento con un nivel de desempeño adecuado, en todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo hará que se agilicen esfuerzos y optimicen recursos.

m) RECOMENDACIONES:

En el caso de no existir manuales o catálogos de algunos equipos se aconseja estructurarlos con el conocimiento del personal, o mediante investigaciones en fuentes fiables de internet.

Se recomienda evidenciar información de los tiempos de intervención y comparar tiempos reales y estimados en la ejecución de las órdenes de trabajo. La descripción de las actividades y las novedades encontradas en la intervención, deben convertirse en una información digna a ser analizada.

Se requiere la conformación de una lista de actividades en equipos críticos para el abastecimiento oportuno de recursos previamente identificados como necesarios para las intervenciones prioritarias. Para ello se debe priorizar o establecer la lógica de intervenciones por jerarquía de las actividades de mantenimiento.

n) COMPLEMENTOS:

Tabla I1. Criterios de auditoría interna de la gestión del mantenimiento del *HPGDR*

Etapa del proceso	**Características**	**Prueba que se realiza**	**Indicadores**	**Medición de los indicadores**	**Criterio de aceptación**
Etapa preparatoria de la Auditoría. (Confirmación del alcance y confección del Plan de Auditoría).	Factibilidad de ejecución del Plan de Auditoría.	Revisión del Plan de Auditoría.	Disponibilidad de auditores. Disponibilidad de los auditados de recibir la auditoría	Sí / No	Sí
Inicio de la Auditoría. (Comunicación de la auditoría y revisión preliminar de la documentación de los auditados).	Inclusión de procesos y/o actividades auditables en las listas de chequeo.	Revisión de las Listas de Chequeo.	Cociente entre cantidad de procesos y/o actividades a auditar (APA) y cantidad de procesos y/o actividades incluidos en la lista de chequeo (API).	API/APA (0-1)	□□0,7
Ejecución de la auditoría. (Realización Reunión Apertura, detección de no conformidades, observaciones, etc. y realización Reunión de Clausura).	Conformidad de los auditados con las no conformidades detectadas.	Revisión del registro de no conformid ades.	Cociente entre cantidad de no conformidades objetadas (NCO) y total de no conformidades (TNC).	NCO/TNC (0-1)	≤ 0,1
Conclusión de la Auditoría. (Confección del informe Final y revisión del Plan de Acciones Correctivas confeccionado por los auditados).	Tiempo de entrega del Informe Final a los auditados.	Medición de tiempo transcurrid o entre la conclusión de la auditoría y la entrega del Informe Final.	Días transcurridos para la entrega del Informe Final (IA).	IA	≤ 5 días hábiles

Fuente. Sexto L., 2013, p 14.

La auditoría de mantenimiento se desarrolla en las áreas y funciones que involucra el plan de mantenimiento del *HPGDR*, se tomó en cuenta la asistencia a reuniones y participación.

Tabla I2. Aplicación de criterios de auditoría en el Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

Áreas a auditar	Chequeo de participación	
Coordinación de mantenimiento	✓	
Coordinación Electricidad / Electrónica	✓	
Coordinación Hidrosanitaria / Varios	✓	
Coordinación Mecánica	✓	
Técnicos	✓ Grupo 1 y Grupo 2	
Bodega		
Calderitas		
Criterios de aceptación	API/APA= 5/7= 0.71	
Factibilidad del plan de auditoría		
Función en la auditoría	Participantes (P)	Disponibilidad (D)
Auditores	Ing. Alex Tenicota García	Si
	Ing. Luis Esparza o delegado	SI
Auditados	Líder Mecánico	SI
	Líder de Hidrosanitaria	NO
	3 Técnicos preventivo grupo 1	SI
	3 Técnicos preventivo Grupo 2	SI
	1 Calderista	SI
	Líder de electrónica /electricidad	NO
Disponibilidad para el desarrollo del plan (D/P*%)=6/8		75%

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO J. Tabla de aspectos e ítems ponderados con calificación de auditoría interna de mantenimiento del *HPGDR*

% Ponderación / Aspecto	ASPECTOS	ÍTEMS	% Ponderación / ítem	BAJO (1-3)	MEDIO (4-6)	ALTO (7-10)	% calf./ítem	% calf./aspecto	% Calif. mantto.
20	Criticidad de rutas de inspección	Organización de áreas	15			9	13,5	46,6	9,32
		Codificación de equipos	15		6		9		
		Clasificación de equipos por incidencia de su falla	15	3			4,5		
		Registro de fallas	14	2			2,8		
		Inventario de equipos	15		6		9		
		Identificación de riesgos por equipo	13		5		6,5		
		Estándar de tiempos de intervención y frecuencias	13	1			1,3		
20	Manejo de la información sobre los equipos	Catálogos e información técnica de equipos	12			7	8,4	54,9	10,98
		Procedimientos de trabajo	10			9	9		
		Programa de mantenimiento por equipos	10			8	8		
		Registro de mantenimiento por [illegible]o	10			7	7		
		Registro de funcionamiento	10		6		6		
		Registro de disponibilidad de repuestos de bodega	9	3			2,7		
		Clasificación de repuestos	8		6		4,8		
		Clasificación de proveedores	9	3			2,7		
		Registro de los técnicos y sus funciones	10			7	7		
		Programa de capacitación	12	1			1,2		
20	Estado del mantenimiento actual	procedimientos para revisiones de equipos	10			9	9	45	8,6
		Mantenimiento autónomo	9	1			0,9		

Continúa →

		Reporte de fallas	10		6		6		
		Diagnóstico de fallas	9		6		5,4		
		Tiempo de abastecimiento de los repuestos	10	3			3		
		Control de horas extras	10		4		4		
		Priorización de actividades	9		6		5,4		
		Registro de trabajos de emergencia y no programados	9		5		4,5		
		Cuantificación del tiempo entre fallas	8	2			1,6		
		Cuantificación del tiempo de intervención del mantenimiento	8	3			2,4		
		Cuantificación del tiempo real con el tiempo estipulado	8	1			0,8		
20	Antecedentes de costos de mantenimiento	Definición de costo HH por cada técnico	13		6		7,8	56,2	11,24
		Inventario de costos de cada repuesto por equipos	15			8	12		
		Presupuesto anual	14			8	11,2		
		Determinación de la carga de trabajo para las actividades	15		5		7,5		
		Relación entre costo real y presupuestario	14	3			4,2		
		Control de gastos de mantenimiento por equipo	15	3			4,5		
		Subcontratación para equipos complejos	14			10	14		
20	Efectividad del mantenimiento actual	Registro y control de los paros imprevistos	8	2			1,6	49,9	9,98
		Cumplimiento con el programa de mantenimiento	9			8	7,2		
		Emisión de órdenes de trabajo	9			8	7,2		
		Control del tiempo de elaboración de la orden de trabajo	9		6		5,4		

-

Continúa →

		Control en el tiempo que se requiere para ser aprobada la OT	9	3			2,7		
		Procedimientos definidos para intervenciones de MP	9			9	8,1		
		Procedimientos definidos para intervenciones de MC	7		4		2,8		
		Colaboración de los demás	7			7	4,9		
		Plan y ejecución de capacitación técnica	7	1			0,7		
		Rotación del personal	8			8	6,4		
		Cantidad y calidad de herramientas y equipos de trabajo	9	2			1,8		
		Punto de equilibrio de la cantidad de repuestos	9	3			2,7		

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO K. Test y Criterios de evaluación del personal Técnico

Tabla K1. Test de evaluación del desempeño del personal Técnico

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA						
Tema: Autoevaluación del potencial del personal de mantenimiento.						
Fecha de encuesta:			Nivel de estudio alcanzado:			
Nombre del entrevistado:			Equipos o instalaciones:			
Especialidad:						
Años de experiencia dentro del hospital:						
Marque con una **X** en el espacio que considere según criterios de evaluación.						
Aspectos de Evaluación	**Elemento ¿En qué %?**	Menos de 60 %	% (60 – 69)	% (70 – 79)	% (80 – 89)	% (90 – 100)
Motivación	Cumple con las intervenciones encomendadas.					
	Consigue la calidad deseada en el trabajo.					
	Estaría dispuesto a capacitarse para mejorar.					
	Asume responsabilidades de intervención.					
Características	Trabaja de forma organizada en las intervenciones.					
	Estaría dispuesto para colaborar en trabajos imprevistos.					
	Trabaja bien con distintos grupos de personas.					
	Utiliza los aditamentos de protección.					
Concepto propio	Reacciona rápidamente ante las dificultades.					
	Sabe participar en los trabajos de equipo.					
	Considera su rapidez en el trabajo.					
Conocimiento	Entiende las funciones y responsabilidades del puesto					
	Posee los conocimientos y habilidades para su puesto					

Continúa →

	Es capaz de identificar problemas y fallas					
	¿Conoce las normas generales de bioseguridad de la OMS?	NO ( )			SI ( )	
	¿Conoce el normativo de bioseguridad del MSP?	NO ( )			SI ( )	
	¿Conoce las recomendaciones de bioseguridad que propone el MSP al departamento?	NO ( )			SI ( )	
	¿Conoce el procedimiento de los accidentes de trabajo por riesgo biológico?	NO ( )			SI ( )	
	¿Conoce la clasificación de riesgos?	NO ( )			SI ( )	
	¿Conoce la simbología básica de peligro y riesgos biológicos?	NO ( )			SI ( )	
Habilidad	Es su nivel de creatividad					
	Participa con iniciativas					
	Sabe escuchar					

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Tabla K2. Criterios de evaluación del potencial del personal.					
Elemento	Menos de 60 % Nivel que requiere mejoría inmediata	% (60 – 69) Nivel Deficiente	% (70 – 79) Nivel competente	% (80 – 89) Nivel de alta calidad	% (90 – 100) Nivel Excepcional
Cumple con las intervenciones encomendadas.	Cumple con retrasos. No informa sobre los motivos de retrasos, ni detalla información de lo realizado.	Cumple con retrasos. Notifica los motivos de retraso pero no detalla la información de lo realizado.	Cumple con eficacia. Entrega una información de la actividad desarrollada	Cumple con efectividad. Entrega una información de la actividad desarrollada y los recursos utilizados.	Cumple con valor agregado. Entrega una información de la actividad desarrollada y los recursos utilizados. Identifica defectos encontrados, y propone intervenciones nuevas que reduzcan los defectos.
Consigue la calidad deseada en el trabajo.	Entrega el trabajo sin realizar pruebas de funcionamiento.	Entrega el trabajo buscando a otro técnico u operario para que realice la prueba de funcionamiento.	Entrega el trabajo realizando pruebas de funcionamiento en base a experiencia, y con criterios del personal operativo.	Entrega el trabajo realizando pruebas de funcionamiento en base a normativas actuales, y refuerza con su experiencia.	Entrega el trabajo realizando pruebas de funcionamiento en base a normativas actuales, refuerza con su experiencia, desarrolla un historial de seguimiento del desempeño equipo.
Estaría dispuesto a capacitarse para mejorar.	Nada	Bioseguridad	Especialización técnica, mantenimiento y operación de equipos biomédicos, bioseguridad.	Especialización técnica, mantenimiento y operación de equipos biomédicos, bioseguridad, motivacionales.	Especialización técnica, mantenimiento y operación de equipos biomédicos, bioseguridad, motivacionales, ingles técnico, manejo de herramientas informáticas.
Asume	NO		SI		

Continúa →

responsabilidades de intervención.	( )		( )		
Trabaja de forma organizada en las intervenciones.	Lleva incompletos material, herramientas y repuestos.	Lleva los materiales, herramienta y repuestos necesarios. Los elementos de protección pero algunos no lo usa.	Lleva los materiales, herramienta y repuestos necesarios. Los elementos de protección y los usa todos los necesarios	Lleva los materiales, herramienta y repuestos necesarios. Los elementos de protección y utiliza todos. Una agenda para anota novedades.	Lleva los materiales, herramienta y repuestos necesarios. Los elementos de protección y utiliza todos. Una agenda para anota novedades. Protocolo de intervención y la orden de trabajo para anotar los recursos utilizados.
Estaría dispuesto para colaborar en trabajos imprevistos.	NO ( )		SI ( )		
Trabaja bien con distintos grupos de personas.	NO ( )		SI ( )		
Utiliza los aditamentos de protección.	Ninguno	Ropa adecuada	Ropa, zapatos, guantes adecuados.	Ropa, zapatos y guantes adecuados. Protección visual, mascarilla.	Ropa, zapatos y guantes adecuados. Protección visual, de oídos, gorra, mascarillas, entre otros.
Reacciona rápidamente ante las dificultades.	NO	SI, pero solo en horarios de trabajo.	SI, pero solo en horarios de trabajo y busca ayuda si tiene dificultad.	SI, en cualquier instante que se presente la dificultad	SI, en cualquier instante que se presente la dificultad, se anticipa a la aparición de dificultades mediante planificación de recursos.
Sabe participar en los trabajos de equipo.	NO	SI, pero solo con algunos compañeros	SI, con cualquiera de los compañeros.	SI, con cualquiera de los compañeros, propone soluciones.	SI, con cualquiera de los compañeros, propone soluciones, por lo general lidera el equipo y establece parámetros

Continúa →

Considera su rapidez en el trabajo.	NO	SI, solo en ciertas actividades	SI, en todas las actividades.	SI, en todas las actividades, controla y mide su tiempo.	SI, en todas las actividades, controla y mide su tiempo, realiza inspecciones técnicas previas a la intervención para evitar retrasos.
Entiende las funciones y responsabilidades del puesto	Algunas	SI, pero solo las encomendadas	SI, en todas las encomendadas y las que podrían ayudar en el trabajo diario.	SI, en todas las encomendadas y las que podrían ayudar en el trabajo diario.	SI, en todas las encomendadas y las que podrían ayudar en el trabajo diario. Propone mejoras para efectivizar las actividades.
Posee los conocimientos y habilidades para su puesto	NO	SI, solo la habilidad	SI, conocimiento y habilidad necesarios	SI, conocimiento y habilidad necesarios, y extras.	SI, conocimiento y habilidad necesarios, y extras. Sigue su formación y trasmite conocimiento a los demás
Es capaz de identificar problemas y fallas	NO	SI, solo en algunos casos	SI, en todos los de su especialidad	SI, en todos los de su especialidad y de otras.	SI, en todos los de su especialidad y de otras. Utiliza herramientas de gestión como *AMEF* para hacer estudios técnicos y de búsqueda de causa raíz de las fallas.
¿Conoce las normas generales de bioseguridad de la OMS?	NO ( )		SI ( )		
¿Conoce el normativo de bioseguridad del MSP?	NO ( )		SI ( )		
¿Conoce las recomendaciones de	NO ( )		SI ( )		

Continúa →

bioseguridad que propone el MSP al departamento?					
¿Conoce el procedimiento de los accidentes de trabajo por riesgo biológico?	NO ( )		SI ( )		
¿Conoce la clasificación de riesgos?	NO ( )		SI ( )		
¿Conoce la simbología básica de peligro y riesgos biológicos?	NO ( )		SI ( )		
Es su nivel de creatividad	BAJO	MEDIO	ALTO, solo en su área y especialidad.	ALTO, en todas las áreas	ALTO, en todas las áreas y ayuda a los compañeros a experimentar nuevas técnicas
Participa con iniciativas	NO	Algunas veces	Muy a menudo	En todo momento	En todo monumento, además propone cambios trascendentales y solución de problemas
Sabe escuchar	NO	SI. Pero hay cosas q son muy difíciles de entender	SI, recibe acata la información sin problemas	SI, recibe acata la información sin problemas y anota lo aprendido	SI, recibe acata la información sin problemas, anota lo aprendido, pregunta y participa para aclarar la idea de mejor manera.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

.

ANEXO L. Resumen de resultados de evaluación del personal de mantenimiento del *HPGDR*.

% Ponderación /Aspecto	ASPECTOS	ÍTEMS	% Ponderación / Ítem	< de 60 % /2/	% (60 al 69) /4/	% (70 al 79) /6/	% (80 al 89) /8/	% (90 al 100) /10/	% calf/ Ítem	% calf/ aspecto	% Calif Total
20	Motivación	Nivel de cumplimiento de las intervenciones.	25				8		20	70	14
		Nivel de calidad de las intervenciones.	25				8		20		
		Disponibilidad a capacitarse	25			6			15		
		Nivel de aceptación de nuevas responsabilidades de intervención.	25			6			15		
20	Características	Nivel de organización en las intervenciones	25		4				10	75	15
		Disponibilidad para el trabajo inmediato	25				8		20		
		Facilidad de adaptación a distintos grupos de personas	25					10	25		
		Grado de aportación de criterios en reuniones de grupo.	25				8		20		
20	Concepto propio	Nivel de reación ante dificultades	33				8		26,4	80	16
		Nivel de participación en el equipo de trabajo	33				8		26,4		
		Rapidez en su trabajo	34				8		27,2		
20	Conocimiento	Entendimiento de las funciones y responsabilidades del puesto	25				8		20	60	12
		Nivel de conocimientos y habilidades para el puesto	25					10	25		
		Capacidad para identificar problemas y fallas imprevistas	25	2					5		
		Nivel de aplicación de reglas de bioseguridad	25		4				10		
20	Habilidad	Nivel de creatividad	33			6			19,8	73,4	14,68
		Grado de iniciativa de ideas	34				8		27,2		
		Sabe escuchar	33				8		26,4		

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

.

ANEXO M. Informe de evaluación del potencial del personal del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

Código: DM-EPP-01

Versión: 1

Fecha: 22/06/2015

a) TÍTULO DEL INFORME:

"Evaluación de potencial del personal técnico del Departamento de Mantenimiento que interviene preventivamente en equipos críticos dentro del *HPGDR*".

b) LÍDER DEL PROCESO:

Ing. Luis Esparza

c) EQUIPO EVALUADOR:

Ing. David Huilca, Ing.

d) OBJETIVO:

Evaluar el potencial del personal técnico especializado con los aspectos de desempeño adecuados para el contexto hospitalario, y diseñar un plan de actividades de capacitación técnica de acuerdo a los resultados encontrados.

e) CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PERSONAL:

- Plan Estratégico del *HPGDR*:

Incrementar los mecanismos para obtener la acreditación internacional.- Lineamiento 3.1.c.

- Proceso de Auditoría Interna del Mantenimiento:

Nivel de participación de evaluación: API/APA= 5/7= 0.71

Nivel de disponibilidad: (D/P*%)=8/10= 75%

- Escalas de calificaciones:

Sobresaliente (desempeño excepcional):	% (entre un 90 al 100)
Muy Bueno (desempeño de alta calidad, logros consistentes):	% (entre un 80 al 89)
Bueno (desempeño competente y confiable):	% (entre un 70 al 79)
Regular (desempeño deficiente en ciertas áreas):	% (entre un 60 al 69)
Inaceptable (desempeño que requiere mejoría inmediata)	% (menos de 60)

f) ALCANCE DE LA EVALUACIÓN.

Determinación del nivel de desempeño del personal de mantenimiento en escala porcentual, mediante análisis de capacidades y habilidades del personal técnico. La participación activa del personal de evaluación perteneciente al departamento de mantenimiento y los Técnicos del Departamento de Mantenimiento que intervienen en equipos críticos del *HPGDR*.

g) METODOLOGÍA:

Para la realización de la evaluación de potencial del personal técnico de mantenimiento, el Autor desarrolló los siguientes procedimientos y lo que se determinó en cada uno de los procesos:

- Identificación de los criterios de desempeño; definición de habilidades y nivel de potencial que demanda cada puesto de trabajo, dentro del Departamento de Mantenimiento.
- Reunión previa y conformación de la Comisión Evaluadora; socialización e información al personal que va a considerarse en el proceso de evaluación dentro del Departamento de Mantenimiento. Conformación de la comisión evaluadora y participación de personal transparente que puede ser designado por la Dirección o conformado por personal propio del Departamento de Mantenimiento. Determinación de los participantes
- Establecer los criterios del desempeño con elaboración de test; selección de criterios que proponen (Dessler Gary, 2001, p 85.) y (Jean-Paul Souris, 1992) considerando la definición de la competencia según David MacClellad y Spencer & Spencer. Inclusión de criterios del

contexto hospitalario que se ajusten a la realidad del Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.

- Plan de evaluación de potencial del personal; determinación de los recursos y fechas de realización de la evaluación.
- Elaboración del Test o encuesta: está estructurada en cinco (5) aspectos de y varias preguntas que son seleccionadas para verificar las necesidades que tiene el personal de acuerdo a lo encontrado en la auditoría interna.
- Ejecución de la evaluación del personal; realización de los test y las posibles preguntas de complementación de los aspectos tratados y ajuste de algunos aspectos.
- Aplicación de la técnica de evaluación; ponderación y tabulación de los ítems y aspectos de evaluación en hoja de Excel, diseño de los diagramas de radar y cálculo de los porcentajes medidos que se expondrán como resultados.
- Informe de evaluación; descripción de los resultados encontrados y acotación de las posibles falencias o necesidades del personal evaluado.
- Plan de capacitación; elaboración de un plan que reúne actividades de formación que solvente de alguna manera las falencias o necesidades detectadas en el proceso de evaluación del potencial.

Las entrevistas se fundamentaron en la aplicación de los test de evaluación, a través de las cuales se puede identificar los aspectos de evaluación y cada uno de los ítems a tratar. Para estructurar el proceso de evaluación del personal, se referenció en la normativa ISO 10667:2011 (Procesos para la evaluación de personas en las organizaciones), considerando la definición de la competencia según David MacClellad y Spencer & Spencer, con los aspectos de evaluación de (Gary Dessler, 2001), (Jean-Paul Souris, 1992) y técnica de evaluación de Escala por Factor o Lineales.

h) PERÍODO DE EJECUCIÓN DE LA EVALUACIÓN:

15/06/2015 al 22/06/2015

i) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO:

.

Para la descripción de las funciones técnicas del personal dentro del programa de mantenimiento preventivo de equipos críticos, se pudo recopilar algunos criterios que cada uno de los técnicos están sujetos dentro de sus funciones:

- El involucramiento del técnico en la actividad programada o correctiva empieza por la asignación del personal para el trabajo solicitado, por ello el personal debe estar dispuesto y tener la capacidad adecuada para la actividad asignada.
- Para la realización del trabajo el personal estar apto para lo siguiente: debe determinar las posibles dificultades mediante una revisión técnica previa al lugar de intervención. Confirmar que la actividad asignada no representa algún tipo de esfuerzo extra. Generar el listado adecuado de los recursos a utilizar y también si considera algún tipo de ayuda extra según previos estudios o criterios que lo justifiquen. Identificar a los equipos de mayor importancia y saber cuáles son las fallas recurrentes o aspecto que causen posibles retrasos.
- El personal de mantenimiento para con la documentación del trabajo, debe llenar la información de las órdenes de manera acertada y puntual sin tener ningún tipo inconvenientes.
- El personal técnico podrá reportar lo encontrado en cada actividad por ello su capacidad de resumen de cada observación.
- Deberá usar artículos de cuidado de la salud y deberá cumplir y aplicar las reglas de bioseguridad.
- Los técnicos especialistas deben mostrar calidad, agilidad, confianza y seguridad.

j) RESULTADOS:

Se trata de identificar los resultados del nivel de desempeño del personal, de acuerdo a una calificación sobre 20, mencionando las falencias encontradas, para proyectar brevemente las acciones de capacitación.

El análisis de resultados es medido a través de cada ítem, y resumido en cada aspecto de evaluación en donde se utilizarán los recomendados por Spencer y Spencer.

- **Motivación:** es un aspecto de evaluación que tiene que ver con las metas que se traza el personal en la intervención. El autor logró recopilar cuatro (4) ítems muy usados en el

contexto industrial como lo manifiestan (Gary Dessler, 2001) y (Jean-Paul Souris, 1992).

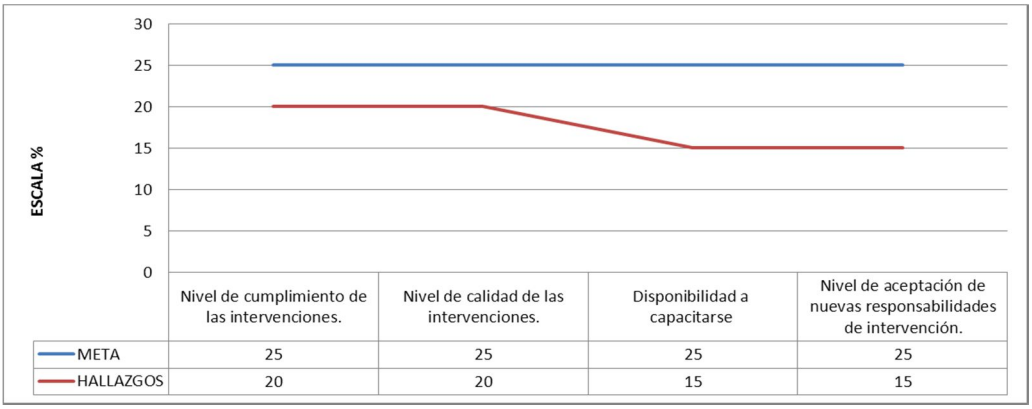


Figura M1: Evaluación de ítems de motivación del personal especialista de mantenimiento

Elaborado por: Tenicota A. 2015.

Interpretación de la Figura : se puede evidenciar dos (2) valores de 15/25 (ver cálculo en ANEXO L) como los ítems más bajos en el presente análisis. Se justifica a la "disponibilidad a capacitarse" con la falta de tiempo y acumulación de tareas atrasadas. En el "nivel de aceptación de nuevas responsabilidades de intervención", se considera la especialidad del personal técnico que tiene definido el mantenimiento en equipos a su cargo y se evita nuevos tipos intervenciones.

- **Características:** es un aspecto de evaluación que tiene que ver con los dotes técnicos para de las intervenciones de mantenimiento. El autor logró recopilar cuatro (4) ítems muy usados en el contexto industrial como lo manifiestan (Gary Dessler, 2001) y (Jean-Paul Souris, 1992)

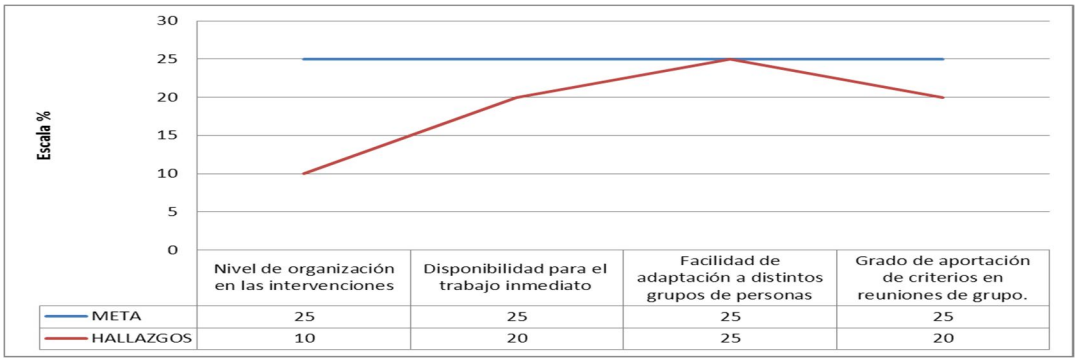
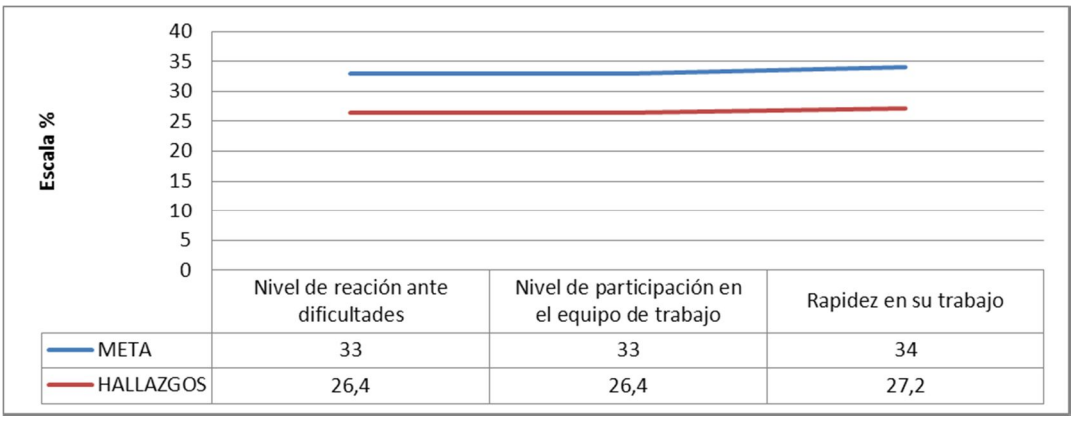


Figura M2: Evaluación de ítems de características del personal especialista

Elaborado por: Tenicota A. 2015.

Interpretación: con un puntaje de 10/25 el "nivel en la organización de las intervenciones" es el más bajo, debido a debilidades en aspectos de auditoría, como en el manejo de la información y efectividad del mantenimiento.

- **Concepto propio:** es un aspecto de evaluación que describe lo que piensa el Técnico evaluado para con los aportes que genera al trabajo o intervención de mantenimiento. El autor logró recopilar tres (3) ítems muy usados en el contexto industrial como lo manifiestan (Gary Dessler, 2001) y (Jean-Paul Souris, 1992).



	Nivel de reación ante dificultades	Nivel de participación en el equipo de trabajo	Rapidez en su trabajo
META	33	33	34
HALLAZGOS	26,4	26,4	27,2

Figura M3: Evaluación de ítems de Concepto propio del personal especialista de mantenimiento

Elaborado por: Tenicota A. 2015.

Interpretación: se establece una paridad o igualdad entre los tres (3) ítems el, pudiendo concluir que los entrevistados, han podido identificar sus potencialidades y que su psicología es aceptable.

- **Conocimiento:** es un aspecto de evaluación que reúne una serie de requisitos técnicos de gran relevancia, y tiene que ver con el saber hacerlo. El autor logró evaluar cuatro (4) ítems muy usados en el contexto industrial según, (Gary Dessler, 2001) y (Jean-Paul Souris, 1992).

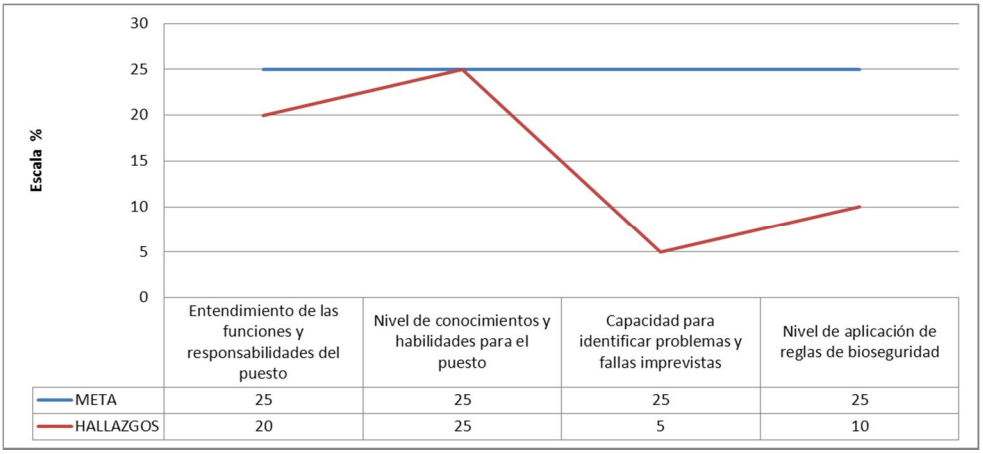


Figura M4: Evaluación de ítems de Concepto propio del personal especialista de mantenimiento

Elaborado por: Tenicota A. 2015.

Interpretación: la "capacidad para identificar problemas y fallas imprevistas" es de mayor debilidad, ya que la mayoría de evaluados afirman no tener el conocimiento ni información que sirva para determinar posibles sucesos o problemas, y poder planificar las acciones anticipadamente. El "nivel de aplicación de las reglas de bioseguridad" es un ítem al cual muchos entrevistados supieron manifestar su bajo conocimiento ya que la socialización de reglamentos y elementos de bioseguridad han sido escasos.

- **Habilidad:** es un aspecto que describe los caracteres de la persona, los cuales pueden ser usados a favor de la ejecución de los trabajos o intervenciones de mantenimiento. El autor logró evaluar cuatro (4) ítems muy usados en el contexto industrial según, (Gary Dessler, 2001) y (Jean-Paul Souris, 1992).

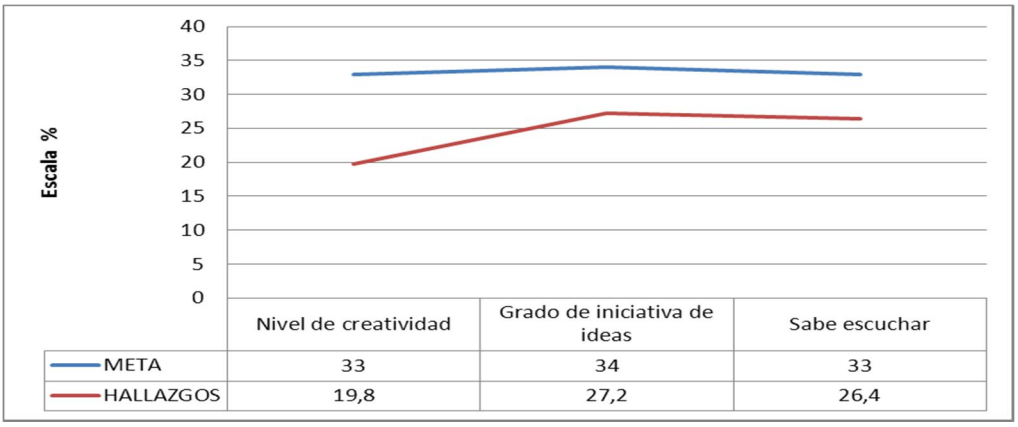


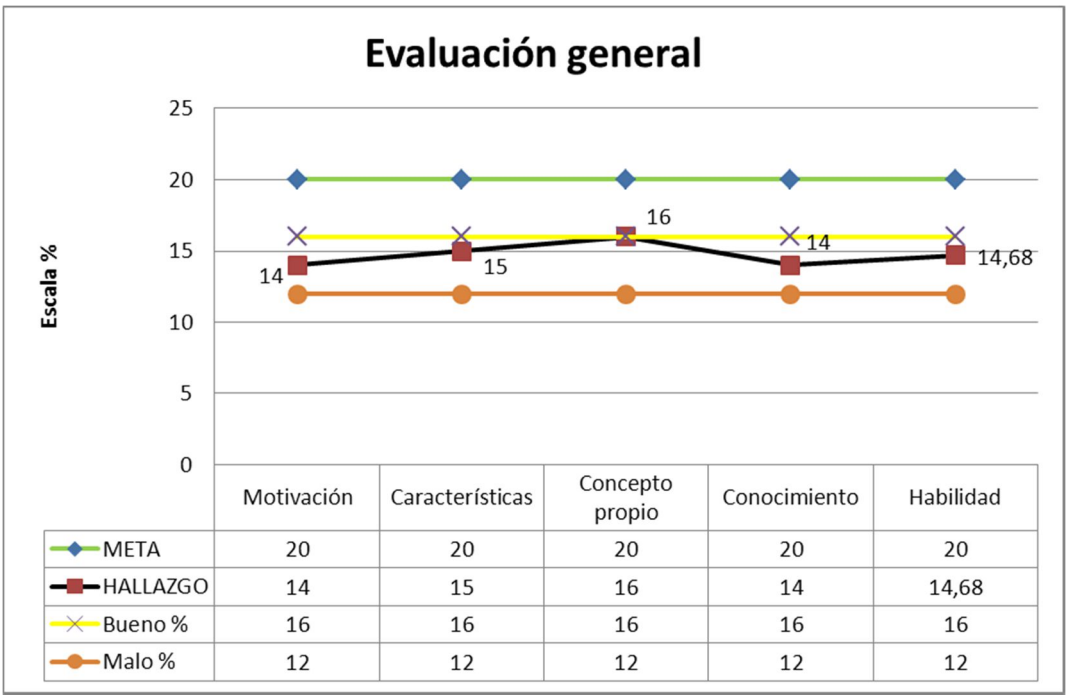
Figura M5: Evaluación de ítems de Concepto propio del personal especialista de mantenimiento

Elaborado por: Tenicota A. 2015.

Interpretación: el "nivel de creatividad" es un ítem con un puntaje regular de 19,8/33 ya que no todos han contribuido con trabajos o acciones creativas que repercuten en el mejoramiento a sus intervenciones. El grado de iniciativas y el saber escuchar son dos aspectos que el personal sabe ofrecer para con las actividades encomendadas.

k) RESUMEN

Según la Figura M6 el conocimiento y la motivación del personal son los aspectos más bajos, por tanto se considera su tratamiento y gestión de posibles soluciones. Se muestra que los hallazgos se encuentran situados entre el nivel bueno y el nivel malo, eso indica que superficialmente podríamos asignar un nivel regular del desempeño. Por otro lado la consideración de cada uno de ítems de los aspectos evaluados forma parte del cálculo real del desempeño al cual podemos citar un grado de confianza del 80% porque de las 10 personas a evaluar 8, mostraron su disponibilidad.



	Motivación	Características	Concepto propio	Conocimiento	Habilidad
META	20	20	20	20	20
HALLAZGO	14	15	16	14	14,68
Bueno %	16	16	16	16	16
Malo %	12	12	12	12	12

Figura M6: Evaluación de los aspectos de evaluación del personal especialista de mantenimiento del *HPGDR*

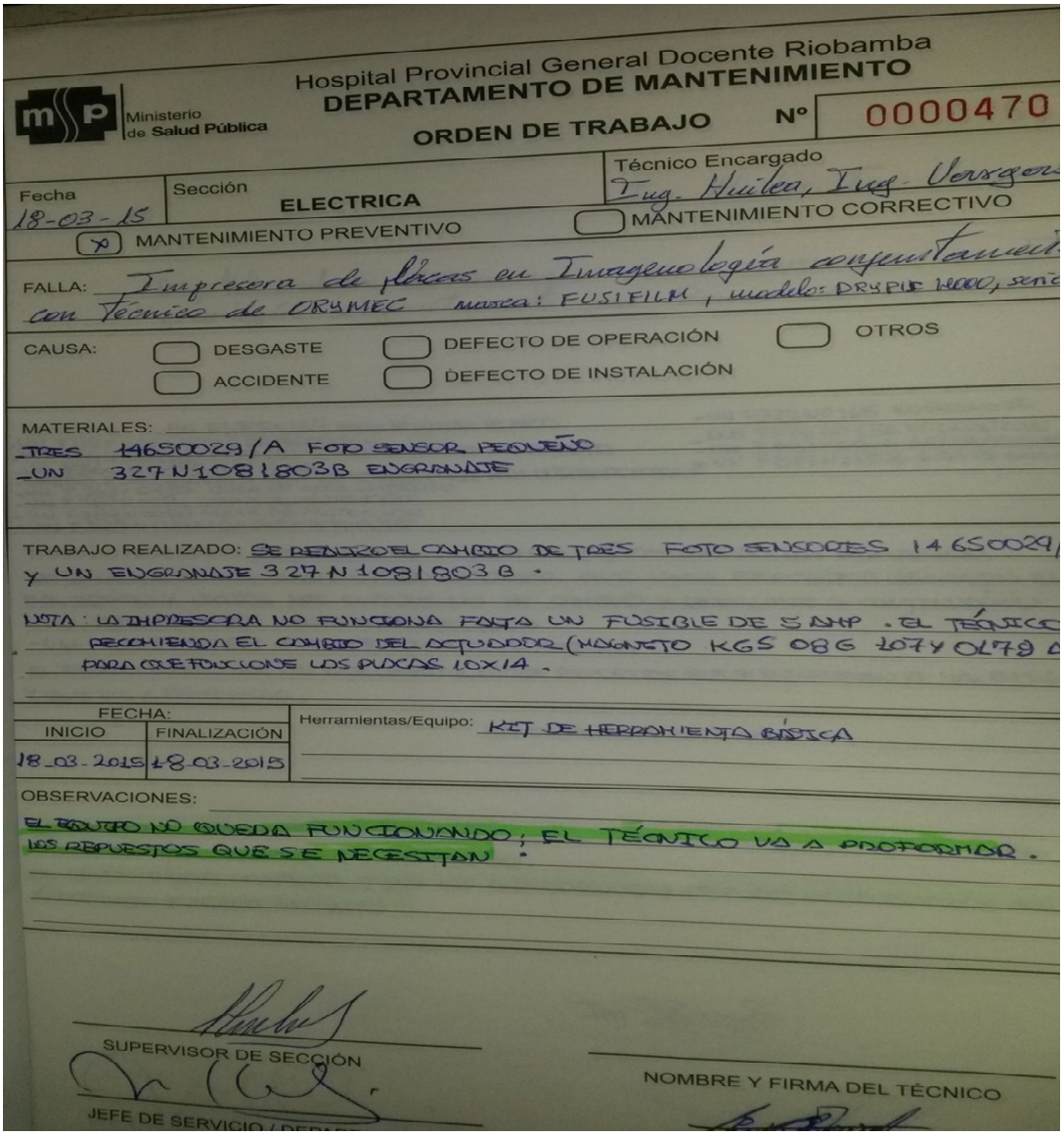
Elaborado por: Tenicota A. 2015.

De acuerdo a los hallazgos encontrados se procedió a realizar la suma de dichos valores, determinando un 73,68%, como nivel de desempeño de acuerdo a los aspectos evaluados. Según el criterio de (Gary Dessler, 2002) el valor de 73,68%, representa un

desempeño competente y confiable. Cabe recalcar que existen falencias en algunos ítems de aspectos, mencionados anteriormente.

Por lo mencionado se recomienda la realización de un plan de acción, tomando en consideración los aspectos de la auditoría interna y evaluación de potencial del personal. Para lo mencionado se tomara en cuenta los ítems que evidenciaron menores calificaciones, y las recomendaciones y resultados encontrados en cada uno de los análisis.

ANEXO N. Revisión de documentos de mantenimiento existentes en el Departamento de Mantenimiento del *HPGDR*.



Hospital Provincial General Docente Riobamba
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
Ministerio de Salud Pública
ORDEN DE TRABAJO Nº 0000470

Fecha: 18-03-15
Sección: ELECTRICA
Técnico Encargado: Ing. Huilca, Ing. Vasgon
(X) MANTENIMIENTO PREVENTIVO
( ) MANTENIMIENTO CORRECTIVO

FALLA: Impresora de placas en Imagenología conjuntamente con técnico de ORYMEC marca: FUSIFILM, modelo: DRYPIX 4000, serie

CAUSA: ( ) DESGASTE ( ) DEFECTO DE OPERACIÓN ( ) OTROS
( ) ACCIDENTE ( ) DEFECTO DE INSTALACIÓN

MATERIALES:
_TRES 14650029/A FOTO SENSOR PEQUEÑO
_UN 327N1081803B ENGRANAJE

TRABAJO REALIZADO: SE REALIZO EL CAMBIO DE TRES FOTO SENSORES 14650029/ y UN ENGRANAJE 327N1081803B.

NOTA: LA IMPRESORA NO FUNCIONA FALTA UN FUSIBLE DE 5 AMP. EL TÉCNICO RECOMIENDA EL CAMBIO DEL ACTUADOR (MAGNETO KGS 086 107 Y 0178 A PARA QUE FUNCIONE LAS PLACAS 10X14.

FECHA: INICIO	FINALIZACIÓN
18-03-2015	18-03-2015

Herramientas/Equipo: KIT DE HERRAMIENTA BÁSICA

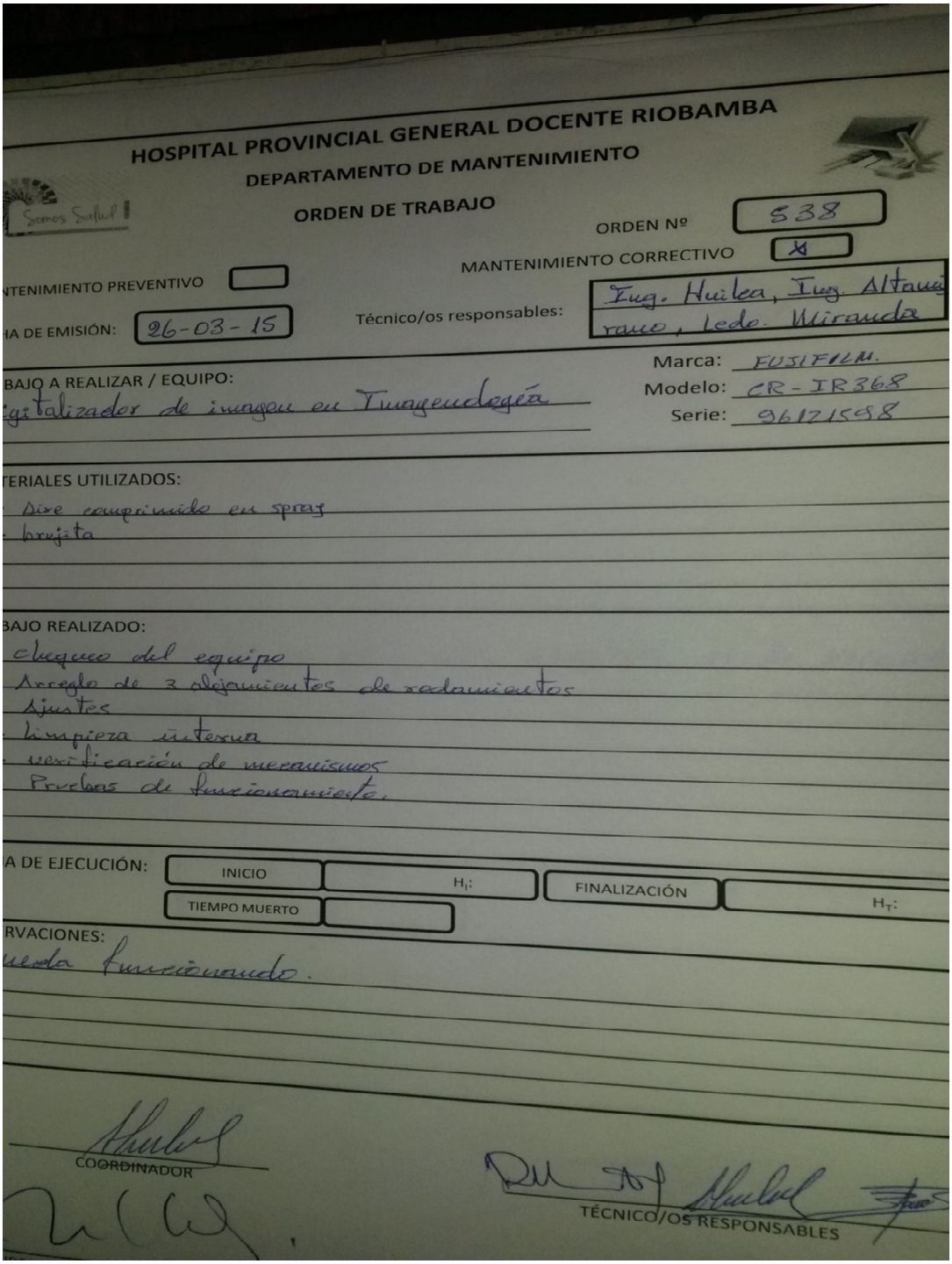
OBSERVACIONES:
EL EQUIPO NO QUEDA FUNCIONANDO; EL TÉCNICO VA A PROFORMAR LOS REPUESTOS QUE SE NECESITAN.

SUPERVISOR DE SECCIÓN
JEFE DE SERVICIO
NOMBRE Y FIRMA DEL TÉCNICO

Figura T1. Ejemplo de orden de trabajo, formato anterior.
Fuente. Bitácora de mantenimiento de Imagenología del *HPGDR, 2014*

Observaciones:

En muchas órdenes de trabajo se encuentran algunos datos escritos en otros casilleros, como en el espacio de fallas que tuvo que ser usado para describir que equipo es intervenido. Muchas órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo no precisaban que falla existió, ni se seleccionó la causa. No se precisa el tiempo de duración de la actividad en horas.



HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO

ORDEN Nº 538

MANTENIMIENTO CORRECTIVO X

NTENIMIENTO PREVENTIVO

HA DE EMISIÓN: 26-03-15

Técnico/os responsables: Ing. Huilca, Ing. Altamirano, Lcdo. Miranda

BAJO A REALIZAR / EQUIPO: Digitalizador de imagen en Imagenología

Marca: FUJIFILM.

Modelo: CR-IR 368

Serie: 96171598

TERIALES UTILIZADOS:

- Aire comprimido en spray
- brujita

BAJO REALIZADO:

- chequeo del equipo
- Arreglo de 3 alojamientos de rodamientos
- Ajustes
- limpieza interna
- verificación de mecanismos
- Pruebas de funcionamiento.

A DE EJECUCIÓN: INICIO H_I: FINALIZACIÓN H_T: TIEMPO MUERTO

RVACIONES: Queda funcionando.

COORDINADOR

TÉCNICO/OS RESPONSABLES

Figura T2. Ejemplo de orden de trabajo, formato actual.

Fuente. Bitácora de mantenimiento de Imagenología del *HPGDR, 2014*

Observaciones:

En el presente formato no se considera el reporte de fallas pero ya se establece un espacio para describir los datos técnicos del equipo intervenido. Se propone informar sobre los tiempos de intervención pero la mayoría de técnicos no lo describen.

Tabla T1. Descripción del procedimiento para la atención de solicitudes internas de trabajo.

SECUENCIA DE ETAPAS	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1. Solicitud de trabajo	a) Detección de falla en el equipo o instalación. b) Comunicación al Departamento de Mantenimiento por memorando, mensaje, correo o QUIPUX.	ÁREA DE SOLICITANTE
2. Registro del trabajo solicitado	c) Toma nota del trabajo requerido. d) Asignación de Nº folio, con el llenado de solicitud, fecha, nombre del solicitante, hora del reporte.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
3. Asignación del personal para el trabajo solicitado.	e) Valoración y asignación del personal según especialidad. f) Entrega y comunicación de la orden de trabajo.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
4. Realización del trabajo	g) Presentación del personal en el área. h) Verificación del uso de equipos de protección y recursos necesarios. i)Ejecución del trabajo Nota.- si no hay reparación el personal técnico desarrollara un informe de descripción de daños.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
5. Firma de aceptación por el área solicitante.	j)Complementación de datos del responsable del área solicitante corroborando aceptación en la OT.	ÁREA SOLICITANTE
6. Registro del trabajo realizado	k) Registro y evaluación de eficiencia del trabajo realizado en función de las órdenes de trabajo.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
7. Archivo de las órdenes realizadas.	l)Registro de las solicitudes de trabajo en la carpeta de órdenes de mantenimiento preventivo / correctivo.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
8. Copias de todos los documentos	m) Copias de las solicitudes registradas y entrega a los jefes de área.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Fuente. Esparza L. 2015, p. 6.

Tabla T2. Descripción del procedimiento para solicitud de servicio de mantenimiento externo

SECUENCIA DE ETAPAS	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
1. Solicitud de trabajo externo	a) Solicitud de trabajo externo al departamento de mantenimiento por mensaje, correo institucional, memorando o QUIPUX.	ÁREA DE SOLICITANTE
2. Diagnóstico	b) Verificación de necesidades del área solicitante, si se lo hace con personal externo para contactar con empresa de servicio externo o la ejecución con propio.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
3. Registro del trabajo solicitado	c) Toma nota del trabajo requerido. d) Se asigna un número de folio, llenado de la solicitud de trabajo externo, fecha, área solicitante, hora del reporte, etc.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
4. Reporte de inconveniente o daño técnico a la empresa	e) Contacto y reporte de daño o inconveniente a la empresa proveedora o de servicio de mantenimiento.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO EMPRESA EXTERNA
5. Ingreso a la institución	f) La empresa externa cumple con los requisitos y se presenta al trabajo con el coordinador y los lideres según especialidad.	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
6. Asignación del personal externo para la ejecución del trabajo	g) Entrega y registro de novedades de las intervenciones en la solicitud de órdenes de servicio externo de mantenimiento preventivo / correctivo. h) Reporte de servicio externo con el traslado al lugar de intervención de mantenimiento.	EMPRESA EXTERNA
7. Registro de actividades por parte del servicio técnico externo.	i)Reporte de actividades realizadas en el formato de Reporte de Servicio Externo.	EMPRESA EXTERNA

Fuente. Esparza L. 2015, p. 6.

Observaciones. Lo que se ha podido encontrar de manera documentada dentro del departamento, es el procedimiento de atención de solicitudes internas de trabajo, y para solicitud de órdenes de servicio externo. Se debería tomar en cuenta la labor que desempeña la bodega de mantenimiento.

ANEXO O. Análisis del **c**ontexto operacional de equipos críticos del *HPGDR*.

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA		
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	**ANÁLISIS DEL CONTEXTO OPERACIONAL DE EQUIPOS E INSTALACIONES CRÍTICAS NEONATOLOGÍA** Versión 1- 2015	Ministerio de Salud Pública
Analista responsable:	Aprobado por:	Fecha de aprobación:

Cant.	Nombre del equipo	Técnicos especialistas	Tiempo medio de función del equipo por día (Horas)	Principios básicos de funcionamiento	Formas en la que puede fallar	Principales causas para fallar	Tipo de pérdidas que ocasionan los fallos	Actividades preventivas actuales	Disponibilidad de Repuestos	Disponibilidad de Documentación	Disponibilidad de Especialistas	Actividades de mantenimiento recomendadas
1	Manejadora de aire	Mecánicos, *contrato externo	24	Se basa en el tratamiento del aire en los aspectos necesarios para climatizar un ambiente, en cuanto a los correctos caudales de ventilación (aire exterior), limpieza (filtrado).	Corto circuito, calentamiento del motor de ventilación, contaminación del aire del procesado, aumento o disminución imprevista de temperatura, descargas eléctricas,	Falta de aislamiento eléctrico, aumento de humedad, falta de limpieza de componentes y purgas,	Calidad de servicio, económicos, consumo de energía	Limpieza de serpentines, Limpieza y engrase de balineros, limpieza de; desagües, sensores, filtros inspección de poleas,	A	M	A	Lubricación de elementos rodantes. Cambio de rodamientos

Continúa →

3	Ventilador Mecánico	Electrónicos, Eléctricos, *equipos con contrato externo	24	Compensar las deficiencias en la Respiración normal. Dispone del funcionamiento de monitores, alarmas, suministro de gas con humificador y nebulizador.	Desajustes de elementos, cortocircuitos, descargas eléctricas, obstrucciones de gas, pérdida de presión de gas, cantidad de O_2, flujo, inspiración, expiración, obstrucción de filtros, auto chequeo inconforme de alarmas y medidas de seguridad	Mala operación, falta de aislamiento eléctrico, , falta de limpieza de componentes, falta de lubricación y limpieza de los filtros del compresor, sobrecargas eléctricas,	Seguridad y salud, calidad de servicio, económicas,	Verificación de la función de los componentes, limpieza de filtros y componentes, Inspecciones eléctricas, revisión de tuberías y accesorios, cambio de elementos desgastados.	A	M	M	Revisión de parámetros de funcionamiento, Verificación de actividades de mantenimiento externo
12	Incubadora	Electrónicos, Mecánicos, eléctricos, *algunos tienen garantía	24	Proporciona clima templado y húmedo al recién nacido, mediante paredes plásticas que descansan sobre una base donde hay colchón aislado, también se resalta el sistema de ventilación que fuerza al aire de la habitación a pasar por calefactores y recipientes que acumulan agua.	Pérdida de ventilación, aumento o disminución de la humedad, cortocircuitos, aumento o disminución incontrolado de temperatura, falsas medida de Temperatura	Malas maniobras, falta de aislamiento eléctrico, falta de aislamiento térmico, desajustes, mala calibración	Seguridad y salud, calidad de servicio, consumo de energía	Revisión de ventiladores, revisión y medida de temperatura, limpieza o cambio de filtros, revisión de termostatos, controlar y reforzar la hermeticidad	A	M	A	Revisión de parámetros de funcionamiento. Revisiones eléctricas. Limpieza y adecuación de colchón

Continúa →

2	Refrigeradora	Eléctricos, Mecánicos	24	A conservación de medicamentos. Su aislamiento es acentuado en todo el contorno que prolonga el tiempo de conservación del frío, con respuesta al corte de suministro eléctrico manteniendo la temperatura deseada.	Descargas, falta de hermeticidad, cortocircuito, aumento y disminución inesperada de la temperatura	Descargas eléctricas, falta de aislamiento, falta de limpieza, mala calibración del termostato, mala maniobra	Calidad de servicio, económicas	Revisión de instalaciones eléctricas, limpieza, revisión del sistema de refrigeración y del motor, controlar y reforzar hermeticidad, revisión de los dispositivos de vigilancia de la temperatura	A	M	A	
1	Equipo de Rayos X	Electrónicos, Eléctricos, * contrato externo	12	Funciona mediante un localizador de laser integrado en un intensificador de imágenes, control electrónico, impresión, almacenamiento y proyección de imágenes capturadas radiación electromagnética	Desprogramación, descargas eléctricas, pérdida de imágenes capturadas, baja calidad de impresión.	Sobre cargas, desgastes, falta de aislamiento eléctrico, mala maniobra,	Económicas, calidad de servicio, consumo de energía	Limpieza de componentes, verificación de niveles de líquido de revelado y temperatura, pruebas de función	A	A	M	Continúa →

1	Sistema eléctrico de fuerza	Eléctricos	24	Consiste de los dispositivos de distribución y circuitos requeridos para asegurar la continuidad del servicio eléctrico a aquellas cargas consideradas esenciales para la seguridad de las personas	Caída de tensión, suspensión del fluido eléctrico, aumento del consumo eléctrico	Sobre cargas, falta de aislamiento eléctrico, alta humedad, conexiones indebidas	Económicas, calidad de servicio, riesgo de electrocución	Mediciones periódicas de energía, cambio de fusibles, inspección de caja de distribución, colocación de aislamientos.	A	A	A	
9	Monitor de Multiparámetros	Electrónicos y Eléctricos	24	Adopta ultrasonidos de alta en algún caso y de baja frecuencia de pulsos de ondas continuas. Registra los latidos del bebé y las contracciones del útero, reflejándolas en una pantalla e imprimiéndolas en un papel termo sensible.	Descarga eléctrica, daño en el transductor, desajuste de elementos, cortocircuito, falsas lecturas	mala operación y maniobra, falta de aislamiento eléctrico, cables pelados	Seguridad y salud, calidad de servicio.	Revisión eléctrica, cambio de baterías, Limpieza de rodillos y guías de panel, lubricación de motores y mecanismos de arrastre de papel	A	M	A	Revisión y calibración de parámetros de funcionamiento

Nomenclatura de políticas de mantenimiento:
FBM (basada en la producción del fallo),
LBM (basada en la vida del sistema),
IBM (basada en la inspección),
EBM (basada en el examen),
OBM (basada en la oportunidad)

ALTO (A), MEDIO (M), BAJO (B)

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO P. Algoritmos de procesos y variables a tratar en la definición de la frecuencia de intervención adecuada.

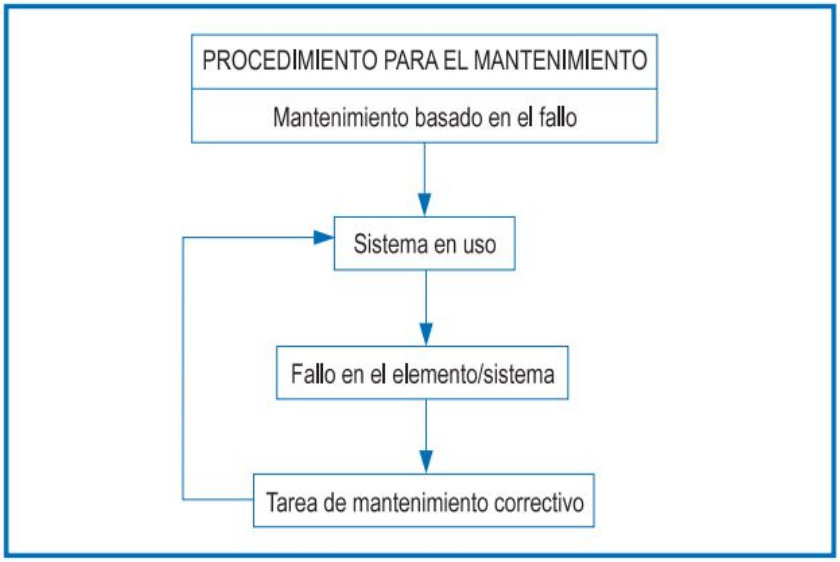


Figura P1. Algoritmo de proceso de la política de mantenimiento basada en la falla.
Fuente. (Jezdimir knezevic, 1996)

En la política FBM el (Mean Time To Maintenance, MTTM) es idéntico al tiempo medio de falla MTTF. Se considera al tiempo medio para el mantenimiento como el intervalo de tiempo adecuado para intervenir en el mantenimiento preventivo. En consecuencia el coeficiente de utilización de los elementos considerados, CU^f, valdrá siempre 1.

$$CU^f = \frac{MTTM^f}{MTTF} = 1$$

Siendo:

$$MTTM = MTTF = \int_0^\infty R(t)dt$$

$R(t)$ Es la función de fiabilidad definida.

$$R(t) = P(TTF < t) = \int_t^\infty f(t)dt$$

En la que f(t), representa a la función de densidad de la variable aleatoria conocida como tiempo hasta el fallo (Time To Failure, TTF).

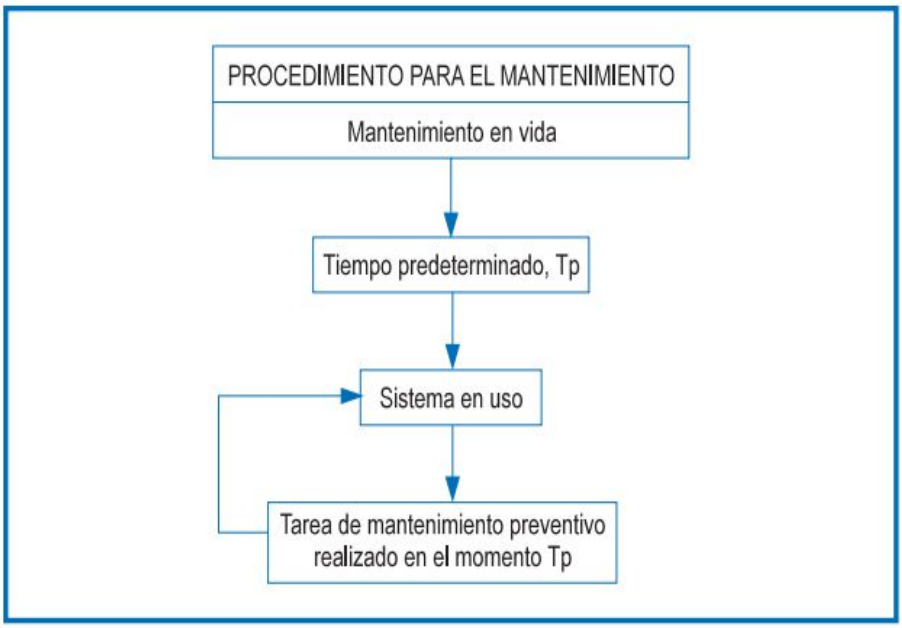


Figura P2. Algoritmo de proceso de la política de mantenimiento basada en la falla. Fuente. (Jezdimir knezevic, 1996)

Para la política LBM se realizan tareas de mantenimiento preventivo a intervalos fijos, que son función de la distribución de vida de los elementos considerados. Este método de mantenimiento es a menudo llamado política de mantenimiento preventivo. El coeficiente de utilización del elemento o sistema considerado, CU^l, definido como:

$$CU^l = \frac{MTTM^P}{MTTF} \ll 1$$

es menor que 1. En esa expresión, $MTTM^P$ es el tiempo medio para el mantenimiento LBM, que se define como:

$$MTTM^p = \int_0^{TP} D(t)dt \ll MTTF$$

El tiempo para efectuar el mantenimiento, TP, se determina incluso antes de que el elemento haya comenzado a funcionar

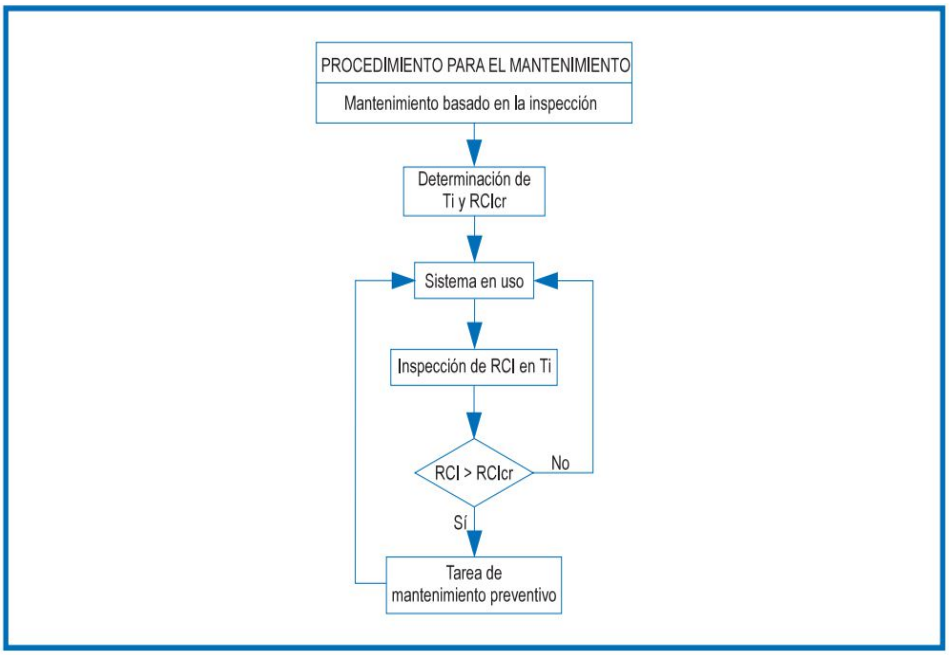


Figura P3. Algoritmo de proceso de la política de mantenimiento basada en la falla.
Fuente. (Jezdimir knezevic, 1996)

Para la política IBM se considera la frecuencia de inspecciones, durante la operación del elemento o sistema, se llevan a cabo con intervalos fijos especificados hasta que se alcanza el nivel crítico. Si el elemento falla entre inspecciones, se realiza un mantenimiento correctivo. Si el elemento falla entre inspecciones, se realiza un mantenimiento correctivo. Se considera a RCI como nivel crítico de medida de parámetro, dichos parámetros puede ser, Temperatura, presión, nivel de fluido, humedad, emisiones de gases, etc.

El coeficiente de utilización de la vida del elemento, cuya sustitución se basa en la condición que presenta, puede determinarse según la siguiente expresión:

$$CU^i = \frac{MTIR}{MTTF} = \frac{\int_0^\infty R_{RCL}\, dt}{MTTF}$$

donde MTIR representa el tiempo medio hasta la sustitución del elemento

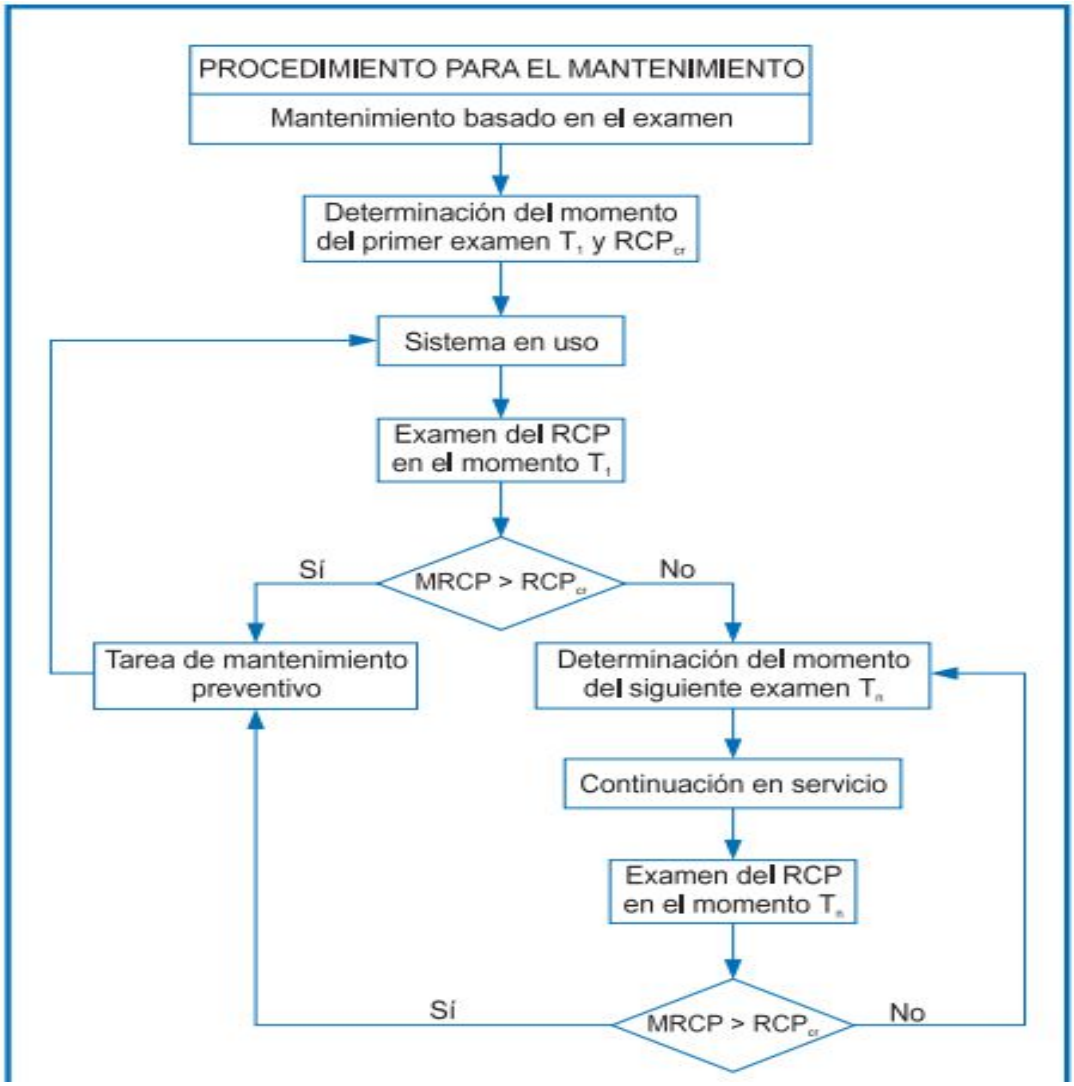


Figura P3. Algoritmo de proceso de la política de mantenimiento basada en la falla.
Fuente. (Jezdimir knezevic, 1996)

Para la política EBM: La programación de las tareas de mantenimiento se basa en las características de fiabilidad de los elementos considerados, de acuerdo con la expresión que sigue:

$$R(TP) = P(TTF > TP) = R_r$$

Donde TTF es una variable aleatoria que representa el tiempo hasta el fallo, Rr es el nivel de fiabilidad exigido y R(TP) el valor de la función de fiabilidad en el instante TP. Para más información ver del Estimador Adecuado de Condición y metodología RCP, por Bland, R. J. & J. Knezevic, (1987), Jezdimir knezevic, (1996) entre otros.

ANEXO Q. Ejemplo de aplicación Análisis del modo y efecto de falla de equipos críticos del *HPGDR*

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA															
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			**ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA** Cunas de Calor Radiante de Neonatología Versión 1- 2015												
Analista responsable:				Aprobado por:								Fecha de aprobación:			
Descripción del componente	Función o requisitos del componente	Modo de falla	Efecto de Falla	Causa de falla	Actividades preventivas actuales	O	S	D	*NPR*	Nuevas actividades preventivas		O	S	D	*NPR*
Controles o Panel de mandos	Corresponde a un circuito electrónico de control digital, que ajusta la temperatura de la piel (de 35-37°C). Regula el flujo continuo de aire y su T. Regula la T cutánea y la humedad. Los módulos poseen alarmas audibles y visibles.	Encen-dido perma-nente de alarma lumino-sa y sonido de alerta acústica constant e. Pérdida del control de	Avería en el módulo principal Avería en el módulo de T del aire. Avería en el módulo regula-ción de humedad. Avería en el módulo de regula-ción de la	Caída de tensión. Mala maniobra. Falta de limpieza. Malas conexio-nes	Inspección de módulos de control.	2	6	7	84						
					Reprogramación del sistema.	6	5	2	60						

Continúa →

		parámetros de medida	humedad. Fallo en el sistema electrónico de control. Suspensión del servicio.		Revisión del funcionamiento de los elementos de los módulos	2	5	7	70					
Sistema eléctrico:	Contempla todas las conexiones y cables que proveen el fruido eléctrico	No hay tensión de red.	No se encienden ninguno de los módulos y controles. Corto-circuito. Suspensión del servicio.	Desconexión de los cables. No continuidad en elementos eléctricos.	Revisión de conexiones e instalaciones eléctricas	2	2	5	20					
Sensores:	Dispositivos que miden en tiempo real las condiciones ambientales, y corporales del paciente	Diferencias de medidas de T del ambiente. Señales discontinuas en la medida.	Daño de los sensores. Falsas medidas. Suspensión del servicio. Lesiones	Deterioro. Malas conexiones. Baja calidad. Mala manipulación. Posición no adecuada de los sensores.	Cambio periódico de sensores.	4	4	2	32	Verificación y Calibración de sensores y alarmas.	4	8	6	192

Continúa →

Sistema de ambienta-ción:	Precisan alertas visuales y audibles que permiten al usuario diferenciar los niveles de control de °T, Nivel de agua, oxigeno, energía eléctrica y flujo de aire.	Turbina del ventila-dor sin montar. Redu-cción de la veloci-dad de turbina. Redu-cción de la hume-dad. Obstru-cción de filtros de aire	Daño del ventilador Daño del calentador eléctrico. Suspen-sión del servicio. Contagio de enferme-dades respirato-rias al paciente.	Turbina o calentador de baja calidad y mala instalación Bajo nivel de agua destilada. Falta de filtración de partículas. Filtros de mala calidad. Falta de limpieza.	Inspección de turbina.	2	5	3	30					
					Cambio periódico de calentador eléctrico.	7	8	1	56					
					Revisión y verificación de medidas del ambiente	7	7	2	98					
					Limpieza y cambio de kit de mantenimiento.	8	6	5	240					
Plataforma	Se compone de aditamentos necesarios para varias funciones como: incorporar un soporte para monitor de signos vitales. Brinda hermeticidad. Capacete transparente con doble pared activa, con circulación de aire entre el capacete y la doble pared. Permite una observación directa y un fácil acceso al neonato al mismo tiempo que se administra un calor constante lo cual mantiene una estabilidad térmica del paciente.	Pérdida de hermeti-cidad. Ingreso de partícu-las.	Atasca-miento de elementos Fractura de algún elemento. Suspen-sión del servicio. Contagio de enferme-dades respirato-rias al paciente. Falta de	Falta de limpieza. Mala maniobra. Falta de lubrica-cion y ajuste en compuerta s, cubiertas, ventanas, bloqueos, base rodable y capacete trasparen-	Prueba de operación y funcionamiento	2	8	7	112					
					Ajuste y calibración de elementos	4	8	3	96					
					Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	8	8	4	256					

-

Continúa →

			confort	te.										
Sistema de calefacción	La transferencia de calor se lleva a cabo principalmente por radiación	Disminución y aumento de T ambiental excesiva.	Suspensión del servicio, accidentes graves.	Elementos de calentamiento radiante de mala calidad. Falta de calibración. Mala instalación Mala maniobra.	Revisión de elementos de calentamiento	3	10	3	90					
					Cambio de elementos del deteriorados	3	10	1	30					
Báscula	Electrónica neonatal interconstruida. Que pese 7 kg como mínimo, con una resolución mínima de 5 gramos.	Falsas medidas de peso,	Suspensión de servicio.	Sobrepeso Falta de limpieza,						Revisión y limpieza de la báscula	4	2	7	56
Superficie de reposo: Pedales de regulación, Colchón difusor	Con presión radiotransparente con cubierta lavable e impermeable. Base de colchón radiotransparente y con charola integrada al equipo para toma de rayos X.	Inclinación no adecuada de la cama. Suciedad del colchón. Desajuste de la base de colchón	Daño de los pedales de regulación Daño y suciedad del difusor.	Falta de limpieza. Mala maniobra. Desajuste	Limpieza periódica del colchón difusor.	7	4	2	56					
					Revisión del sistema de pedales de regulación	3	8	3	72					

Continúa →

Probabilidad de ocurrencia de la falla: Improbable: 1 (una falla a los 5 años) Muy baja: 2-3 (una falla a los 3 años) Media: 4-6 (una falla a los dos años) Alta: 7-8 (una falla al año) Muy alta: 9-10 (dos o más fallas por año).	Rangos de severidad de la falla: Muy baja: 1 (Daños al equipo, con reparación inmediata) Baja: 2-3 (Daños al equipo, con reparación costosa) Media: 4-6 (Daños severos, no reparables en equipos) Alta: 7-8 (suspensión del servicio o lesiones leves) Muy alta: 9-10 (Lesiones graves, muerte o perdidas económicas considerables)	Probabilidad de detección de la falla: Alta: 1 (Evidentes fallas potenciales, desgaste de elementos de partes visibles o externos) Media alta: 2-5 (puede pasar con frecuencia, modos de falla muy probables) Media: 6-8 (podría ocurrir, y se ha detectado agentes externos que deterioran los elementos) Muy baja: 9 (fallas en sistemas redundantes y de seguridad, con bajo control del diseño) Improbable: 10 (No hay control de diseño, alta incertidumbre)	Número de prioridad de riesgo: Alto riesgo de falla: 500-1000 Riesgo medio :135-499 Bajo riesgo: 1-34 No existe riesgo: 0

Metodologías: *AMEF* de proceso	**Fuente de información:**	**Nomenclatura**: *NPR*: Número prioritario de Riesgo O: Nivel de ocurrencia D: Nivel de detección S: Nivel de severidad T: Temperatura *AMEF*: Análisis de Modo y Efecto de Falla.

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Tabla Y1. Ordenamiento de las actividades por *NPR*, y estimación del tiempo de intervención de Neonatología del *HPGDR*.

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA									
Nota: Debido al grado bajo de dificultad de realización de las actividades, se agrupan las actividades comunes de la tabla de *AMEF* , las cuales se puede realizar en la misma ruta de intervención sean distintos componentes. Prevalece el numero NPR mas alto.									
NPR	Actividades Preventivas – Especialidad de mantto.	Cantidad de equipos	Códigos de inventario	Tiempo de traslado (horas)	Tiempo admisión de recursos (horas)	Tiempo de realización de orden de trabajo (horas)	tiempo intervención (horas)	Tiempo estimado de manteni-miento (horas)	Tiempo de duración *DMTP* (horas)
256	Limpieza de componentes internos y externos con lubricación de ventilador.	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,1	0,1	0,75	1,05	0,97
240	Limpieza y cambio de kit de mantenimiento.	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,2	0,1	1,5	1,9	2,19
192	Verificación y Calibración de sensores y alarmas.	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,1	0,1	0,75	1,05	0,97
112	Prueba de operación y funcionamiento: Revisión y verificación de medidas del ambiente	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,1	0,1	0,5	0,8	0,74
96	Ajuste y calibración de elementos de calentamiento	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,1	0,1	1	1,3	1,33

Continúa →

90	Revisión de componentes de módulos de control, sistema de pedales de regulación	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,1	0,1	0,5	0,8	0,74
60	Cambio periódico de calentador eléctrico, Reprogramación del sistema.	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,1	0,1	0,75	1,05	0,97
56	Revisión y limpieza de la báscula, Cambio periódico de sensores y elementos deteriorados.	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,167	0,1	1	1,367	1,26
32	Inspección de turbina, Revisión de conexiones e instalaciones eléctricas.	3	0326, 0327, 0328.	0,1	0,167	0,1	0,83	1,197	1,62

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO R. Sistematización de la información de mantenimiento e interfaces de SGM pro.

Figura R1. Interfaz de gestión de los técnicos de mantenimiento

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Tabla R1. Aplicación de la lista de Técnicos de mantenimiento por especialidad

LISTA DE TECNICOS

HPGDR Departamento de Mantenimiento

03/09/2015

Responsable:_____

Tecnico

Código	Nombres	Apellidos	Especialidad	cedula	direccion	telefono
60870	Cesar Alfredo	Coral Tapia	Eléctrico	0602494254	Complejo de la Panaderia	0983469671
11530	Edison Tomas	Vilema Orosco	Mecánico C.	0602449431	La capilla via guano	0986995478
20080	Victor Hugo	Miranda Gavilanez	Electrónico	0201356631		
11525	Juan Jose	Vargas Vasquez	Electrónico	0602711343	San Antonio Aereopuerto	
11490	Abdon David	Huilca Merino	Electrónico	0602299919	Parroquia Calpi	0987251334
11510	Oswaldo Rafael	Orosco Inca	Mecánico	0602036683	El condado	0984236145
20075	Carlos Delfin	Guadalupe Alcocer	Eléctrico	0602155301	Ciudadela caminos del sol	0996354375
11500	Garrido Layedra	Fausto Washington	Mecánico	0600945893	Av. Leopoldo Freire	0998740798
11535	Vicente Alfredo	Canizares Velez	Mecánico C.	0601862766	Esmeraldas y Loja	0983219743

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

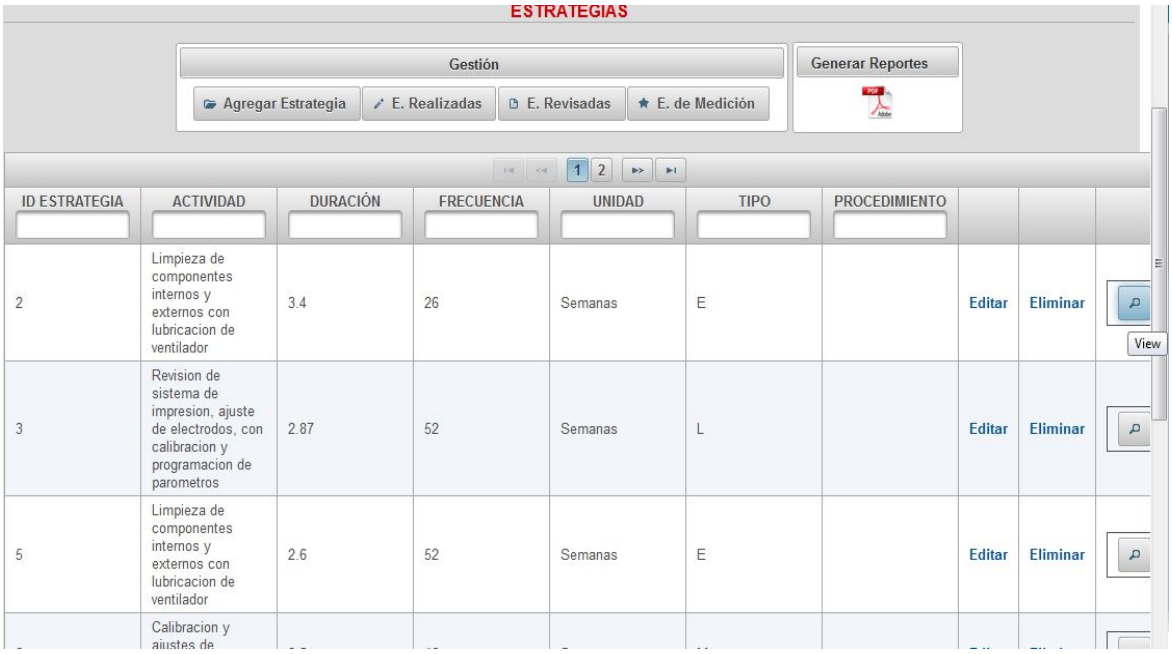


Figura R2. Interfaz de gestión de actividades de mantenimiento por equipo de Neonatología

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Tabla R2. Aplicación de la lista de actividades de mantenimiento por equipo de Neonatología

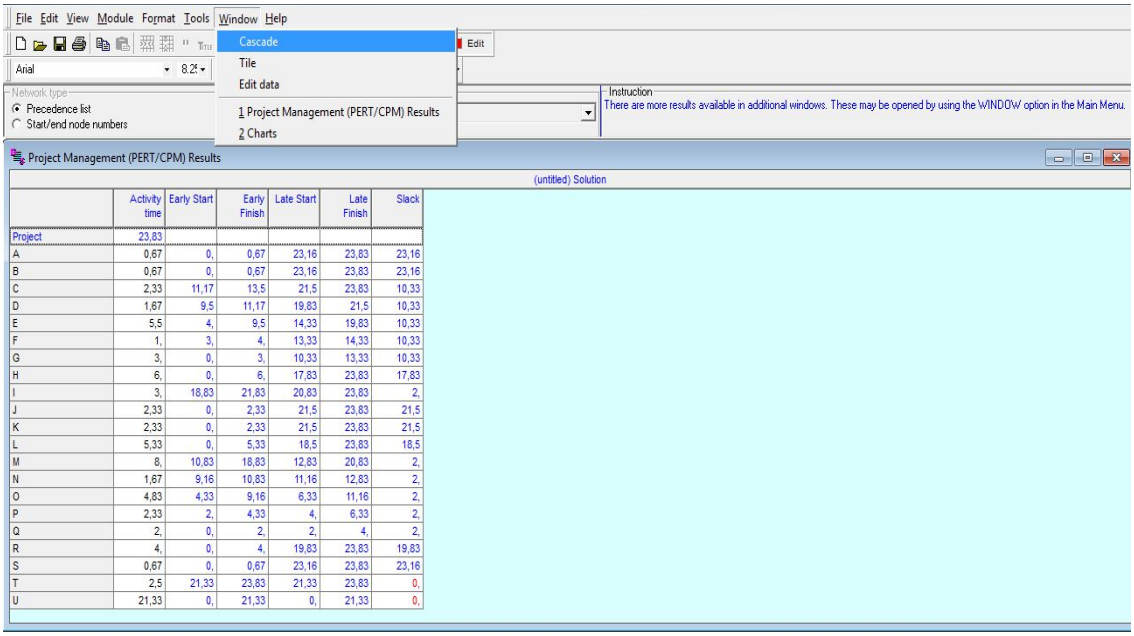
02/10/2015 LISTA DE ACTIVIDADES

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO SGM PRO

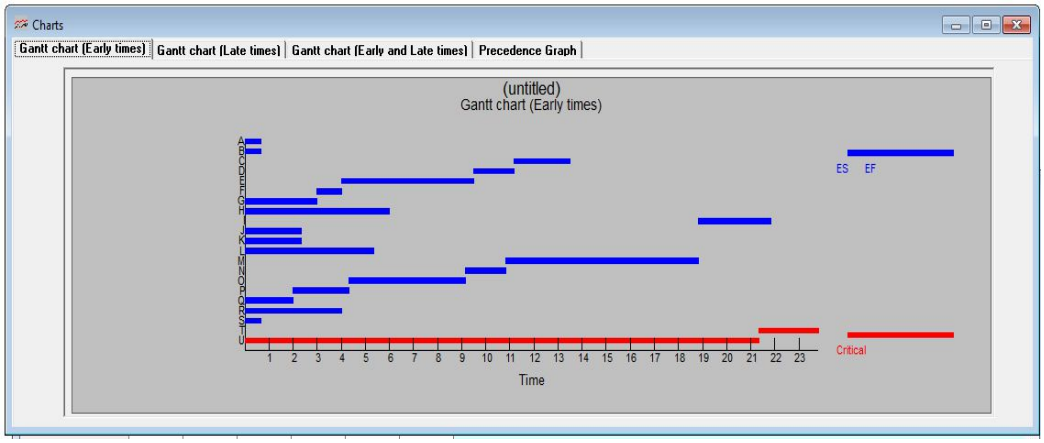
Id Actividad	Actividad	Duracion	Frecuencia	Unidad	Tipo
2	Limpieza de componentes internos y externos	3.4	26	Semanas	E
3	Revision de sistema de impresion, ajuste de	2.87	52	Semanas	L
5	Limpieza de componentes internos y externos	2.6	52	Semanas	E
6	Calibracion y ajustes de accesorios de	2.5	16	Semanas	M
7	Limpieza y revision de tuberias y accesorios.	4.67	26	Semanas	M
8	Calibracion de rejillas y limpieza de	2.0	26	Semanas	L
9	Limpieza, lubricacion de componentes	2.67	26	Semanas	M
10	Revision y limpieza	1.83	4	Semanas	M
11	Revision y ajuste de elementos de banco de	2.67	52	Semanas	M
12	Prueba de operacion y funcionamiento, con	1.53	16	Semanas	E
13	Revision de los componentes electricos con	0.4	26	Semanas	L

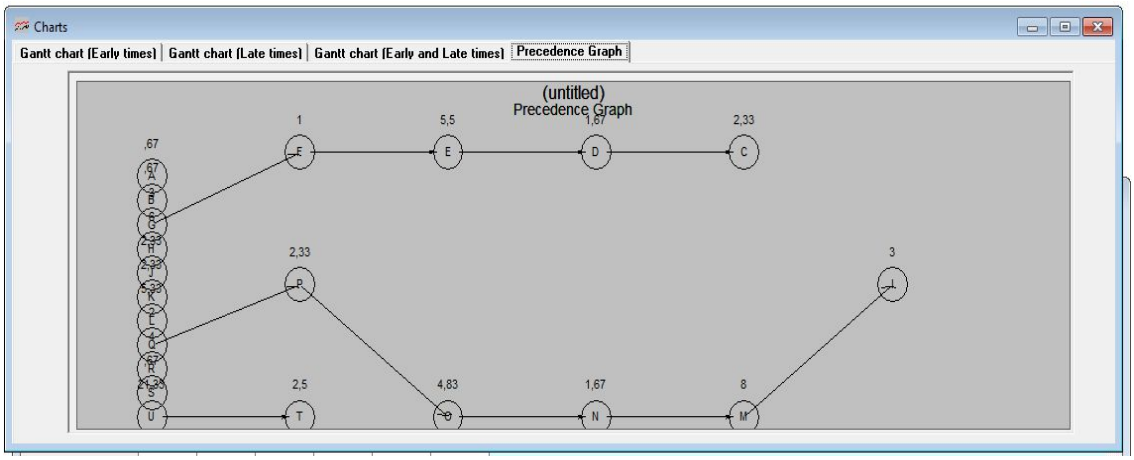
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO S. Interfaz de la aplicación de la programación PERT /CPM en el DS for Windows 2 en Neonatología.



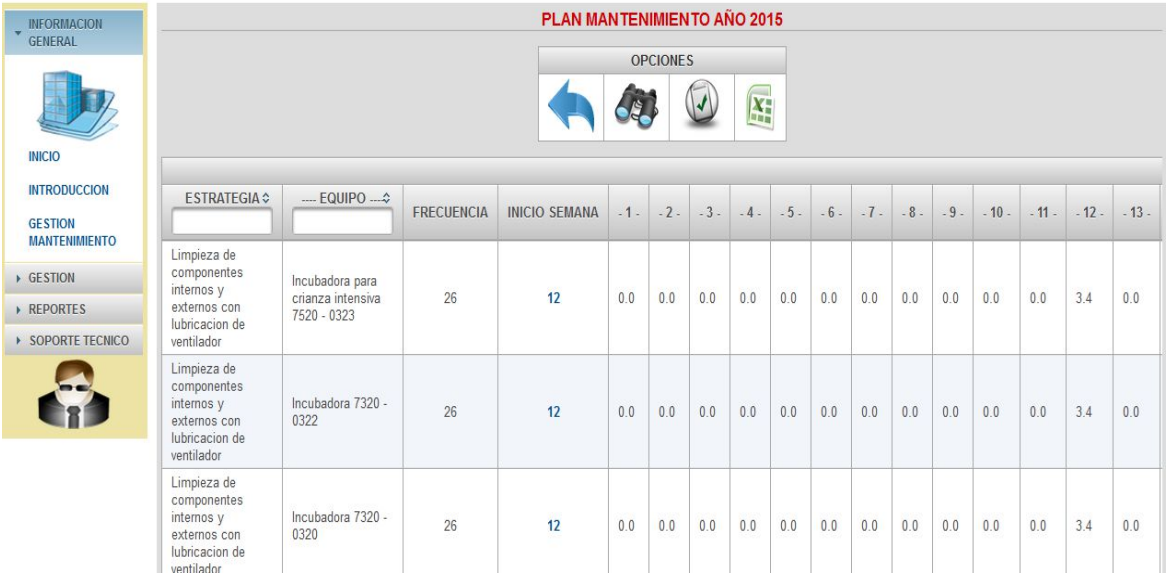
	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	23,83					
A	0,67	0,	0,67	23,16	23,83	23,16
B	0,67	0,	0,67	23,16	23,83	23,16
C	2,33	11,17	13,5	21,5	23,83	10,33
D	1,67	9,5	11,17	19,83	21,5	10,33
E	5,5	4,	9,5	14,33	19,83	10,33
F	1,	3,	4,	13,33	14,33	10,33
G	3,	0,	3,	10,33	13,33	10,33
H	6,	0,	6,	17,83	23,83	17,83
I	3,	18,83	21,83	20,83	23,83	2,
J	2,33	0,	2,33	21,5	23,83	21,5
K	2,33	0,	2,33	21,5	23,83	21,5
L	5,33	0,	5,33	18,5	23,83	18,5
M	8,	10,83	18,83	12,83	20,83	2,
N	1,67	9,16	10,83	11,16	12,83	2,
O	4,83	4,33	9,16	6,33	11,16	2,
P	2,33	2,	4,33	4,	6,33	2,
Q	2,	0,	2,	2,	4,	2,
R	4,	0,	4,	19,83	23,83	19,83
S	0,67	0,	0,67	23,16	23,83	23,16
T	2,5	21,33	23,83	21,33	23,83	0,
U	21,33	0,	21,33	0,	21,33	0,





Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO T. Ejemplo de aplicación del cronograma de actividades semanales distribuidas anualmente.



ESTRATEGIA	---- EQUIPO ----	FRECUENCIA	INICIO SEMANA	- 1 -	- 2 -	- 3 -	- 4 -	- 5 -	- 6 -	- 7 -	- 8 -	- 9 -	- 10 -	- 11 -	- 12 -	- 13 -
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora para crianza intensiva 7520 - 0323	26	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora 7320 - 0322	26	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora 7320 - 0320	26	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0

Figura T1. Interfaz de cronograma de mantenimiento
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

Figura T2. Cronograma de mantenimiento distribuidos semanalmente.
Fuente. http://www.calendario-365.es/calendario-2015.html (octubre 23)

Tabla T1. Ejemplo de reporte de cronograma en Excel, estudio específico período octubre 2015.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1							1-5 abril	6-12 abril	13-19 abril	20-26 abril	15-21 junio	22-28 junio	1-5 julio	1-4 octubre	1-11 octubre	12-18 octubre	19-25 octubre
2	Actividad	Descripción	Fecha límite de intervención octubre	Codigo Equipo	Duración	Frecuencia	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 40	Semana 41	Semana 42	Semana 43
3	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora para crianza intensiva 7520	08/10/2015	0323	3,4	26	3,4							3,4			
4	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora 7320	08/10/2015	0322	3,4	26	3,4							3,4			
5	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora 7320	08/10/2015	0320	3,4	26	3,4							3,4			
6	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora 7320	08/10/2015	0321	3,4	26		3,4							3,4		
7	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora	08/10/2015	0318	3,4	26		3,4							3,4		
8	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora	08/10/2015	0069	3,4	26		3,4							3,4		
9	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora 7320	08/10/2015	0319	3,4	26		3,4							3,4		
10	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Incubadora para crianza intensiva 7520	08/10/2015	0324	3,4	26	3,4							3,4	0		
11	Revision de sistema de impresion, ajuste de electrodos, con calibracion y programacion de parometros	Electrocardiografo	04/10/2015	0336	2,87	52								2,87	0		
	Prueba de operacion y funcionamiento, con																

Plan Anual 2015

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
12	Prueba de operacion y funcionamiento, con revision de medidas del ambiente	Incubadora	09/10/2015	0347	1,53	16					1,53				1,53		
13	Prueba de operacion y funcionamiento, con revision de medidas del ambiente	Incubadora	09/10/2015	0348	1,53	16					1,53				1,53		
14	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Cuna de calentamiento	10/10/2015	0326	2,6	52											2,6
15	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Cuna de calentamiento	10/10/2015	0327	2,6	52											2,6
16	Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	Cuna de calentamiento	10/10/2015	0328	2,6	52											2,6
17	Calibracion y ajustes de accesorios de valvulas.	Banco de Vapor	06/10/2015	0379	2,5	16							2,5				2,5
18	Limpieza y revision de tuberias y accesorios.	Redes de vapor	13/10/2015	0377	4,67	26			4,67							4,67	
19	Calibracion de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigeradora	14/10/2015	0365	2	26			2							2	
20	Calibracion de rejillas y limpieza de intercambiador de calor	Refrigeradora	25/10/2015	0366	2	26				2							2
21	Limpieza, lubricacion de componentes mecanicos rodantes.	Manejadora de aire	15/10/2015	0380	2,67	26			2,67							2,67	
22	Revision y limpieza	Redes de gases medicinales	21/10/2015	0378	1,83	4										1,83	
23	Revision y ajuste de elementos de banco de vapor y accesorios tuberia	Banco de Vapor	19/10/2015	0379	2,67	52										2,67	
24	Prueba de operacion y funcionamiento, con revision de medidas del ambiente	Incubadora Infantil	17/10/2015	0331	1,53	16						1,53				1,53	
25	Revision de los componentes electricos con calibracion y limpieza del mecanismo de grabacion.	Monitor multiparametros	14/10/2015	0337	0,4	26				0,4							0,4
26	Revision de los componentes electricos con calibracion y limpieza del mecanismo de grabacion.	Monitor multiparametros	15/10/2015	0338	0,4	26				0,4							0,4
27	Revision de los componentes electricos con calibracion y limpieza del mecanismo de grabacion.	Monitor multiparametros	16/10/2015	0339	0,4	26				0,4							0,4
28	Revision de los componentes electricos con calibracion y limpieza del mecanismo de grabacion.	Monitor multiparametros	19/10/2015	0340	0,4	26				0,4							0,4
29	Pruebas de operacion y funcionamiento dentro de parametros establecidos por el fabricante.	Monitor multiparametros	16/10/2015	0349	0,3	26				0,3							0,3
30	Pruebas de operacion y funcionamiento dentro de parametros establecidos por el fabricante.	Monitor multiparametros	16/10/2015	0350	0,3	26				0,3							0,3
31	Pruebas de operacion y funcionamiento dentro de parametros establecidos por el fabricante.	Monitor multiparametros	20/10/2015	0351	0,3	26				0,3							0,3

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO U. Ejemplo de formato de lista de asignación de recursos.

HOSPITAL PROVINCIAL GENERAL DOCENTE RIOBAMBA											
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		**LISTA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS – EQUIPO/COD/ÁREA DE SERVICIO** Versión 1- 2015									
Analista responsable:		Aprobado por:							Fecha de aprobación:		
Datos de la actividad		Recursos humanos			Materiales registrados				Tiempo de ejecución		
Actividad Preventiva a realizar	# orden de trabajo	Responsable	Especialidad	Cant. de ayuda	Cant.	Unidad	Código		Mes/año	# de semana	*DMTP*
Metodologías: *AMEF* de proceso		Fuente de información:			Nomenclatura: *DMTP*: t: tiempo H: Horas						

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO V. Ejemplo de emisión de OT, basado en el formato existente en la organización del HPGDR

Hospital Provincial General Docente
Departamento de Mantenimiento
Orden de Trabajo

Orden Nº: 1234

Mantenimiento preventivo: X

Mantenimiento correctivo:

Fecha de Emisión: 06/10/2015

Técnico/s responsable/s: Ing Coral Cesar

TRABAJO A REALIZAR/EQUIPO

Limpieza de componentes internos
y externos con lubricación de ventilador
Incubadora neonatal

MARCA: Drager
MODELO: 4200
SERIE: 20275

MATERIALES UTILIZADOS

Lubricante liviano
Elementos de limpieza

TRABAJO REALIZADO

Revisiòn de cable de poder e interruptores
Limpieza de cubierta y cierre , paneles de acceso, control de temperatura, superficie de respaldo y sensores de temperatura
Lubricación partes móviles
Limpieza se filtro de aire (entrada de aire)

FECHAS DE EJECUCION: 07/08/2015
TIEMPO REGISTRADO: INICIO 8:30 FINALIZACIÓN 11:45
TIEMPO MEDIDO (Horas):

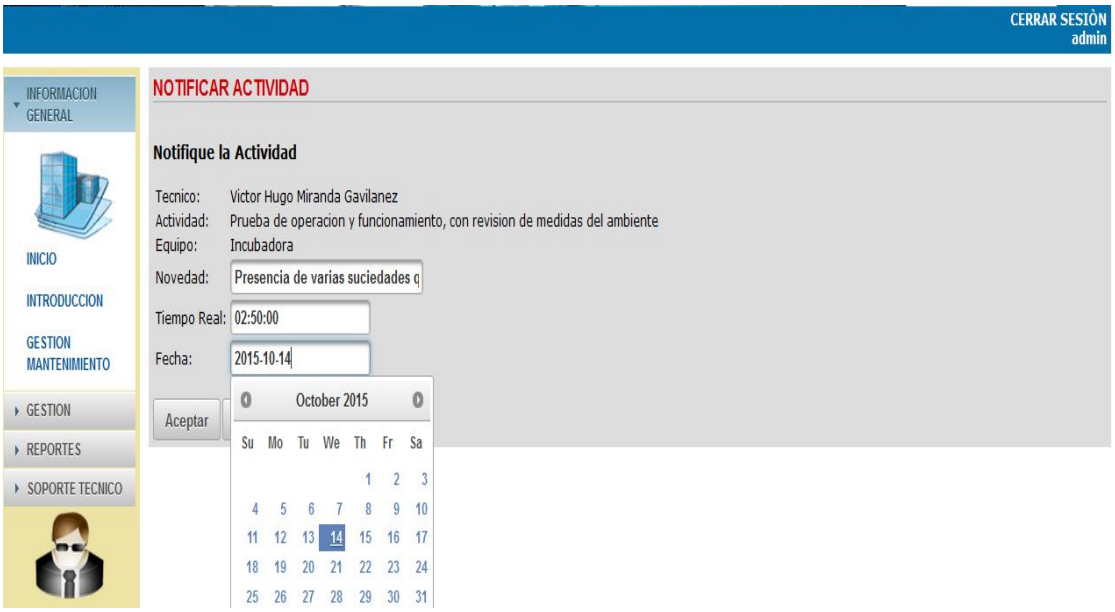
OBSERVACIONES

Coordinador

Técnico responsable

Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO W. Interfaz de la notificación de la actividad mediante registros de Actividades con SGM pro.



Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

ANEXO X. Interfaz de actividades asignadas y reportadas como realizadas

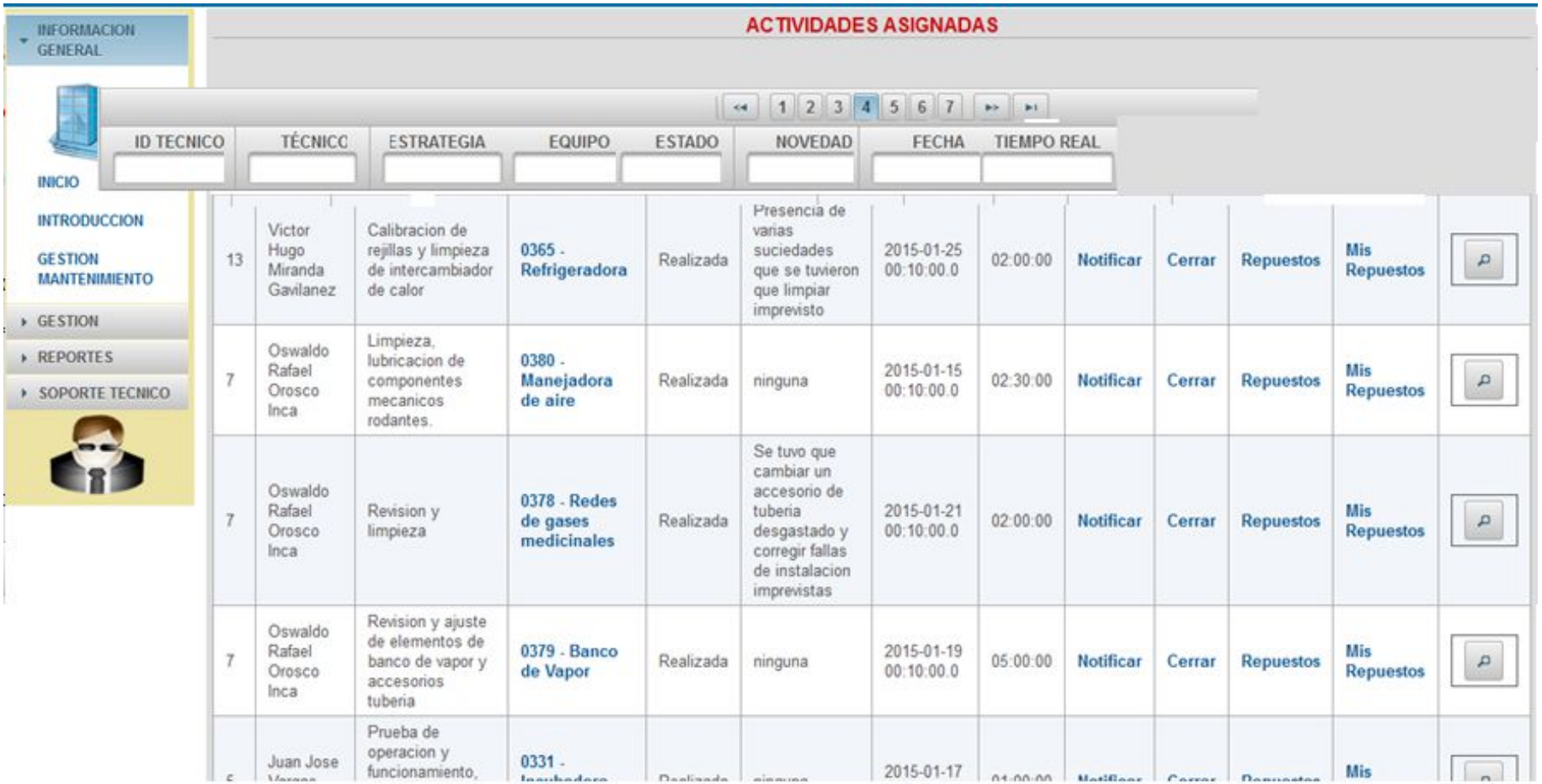


Figura X1. Interfaz de reportes de actividades asignadas
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015

.

LISTA DE ACTIVIDADES

Gestión

Aceptar

1 2

ACTIVIDAD	EQUIPO	FRECUENCIA	DURACION
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	0320 - Incubadora 7320	26 Semanas	3.4
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	0322 - Incubadora 7320	26 Semanas	3.4
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	0323 - Incubadora para crianza intensiva 7520	26 Semanas	3.4
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	0324 - Incubadora para crianza intensiva 7520	26 Semanas	3.4
Limpieza de componentes internos y externos con lubricacion de ventilador	0318 - Incubadora	26 Semanas	3.4

1 2

Figura X2. Interfaz de actividades asignadas a cada Técnico de forma semanal
Elaborado por: Tenicota Alex, 2015